FAUNA UND FLORA

DES GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERES-ABSCHNITTE

HERAUSGEGEBEN

VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

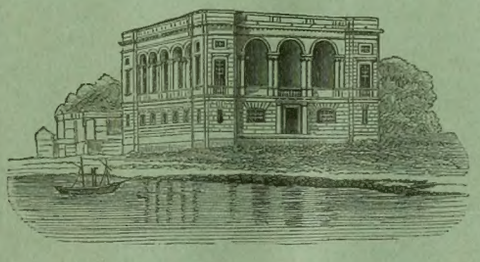
XIII. MONOGRAPHIE:

KOLONIEBILDENDE RADIOLARIEN (SPHAEROZOËEN)

VON

DR. KARL BRANDT.

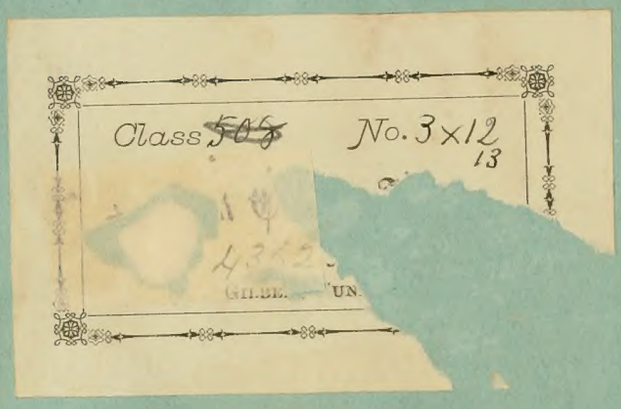
MIT 8 TAFELN IN LITHOGRAPHIE UND EINER KARTE IM TEXT.



BERLIN,

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1885.


Class 505
No. 3×12
13

FAUNA UND FLORA

DES GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERES-ABSCHNITTE

HERAUSGEGEBEN

VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

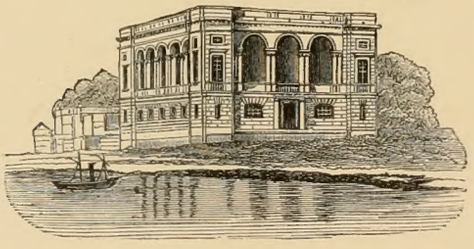
XIII. MONOGRAPHIE:

DIE KOLONIEBILDENDEN RADIOLARIEN (SPHAEROZOËEN)

VON

DR. KARL BRANDT.

MIT 8 TAFELN IN LITHOGRAPHIE UND EINER KARTE IM TEXT.



Smithsonian Institution
236556
National Museum.

BERLIN,

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1885.

Subscriptionspreis bei Entnahme von 5 Jahrgängen: jährlich 50 Mark.

DIE

KOLONIEBILDENDEN RADIOLARIEN

(SPHAEROZOËEN)

DES

GOLFES VON NEAPEL

UND DER

ANGRENZENDEN MEERESABSCHNITTE.

EINE MONOGRAPHIE

VON

DR. KARL BRANDT.

MIT 8 TAFELN IN LITHOGRAPHIE UND EINER KARTE IM TEXT.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL.

SMITHSONIAN
AUG 21 1984
LIBRARIES

BERLIN,

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1885.

Ladenpreis 40 Mark.

43625

VORWORT.

Ein dreijähriger Aufenthalt in der Zoologischen Station bot mir Gelegenheit, die koloniebildenden Radiolarien, mit denen ich mich schon früher vorübergehend beschäftigt hatte, eingehender zu studiren. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen an Sphaerozoëen und die Mittheilungen früherer Forscher über diese Thiere habe ich in der nachstehenden Monographie zusammengefasst. Die Literatur habe ich in ähnlicher Weise, wie LANG in seiner Monographie der Polycladen behandelt, und habe mich bemüht, alle thatsächlichen Angaben, welche bisher über die koloniebildenden Radiolarien gemacht worden sind, ausführlich wiederzugeben.

Herrn Prof. DOHRN, der mir durch Aufnahme in sein Institut die Möglichkeit zu einem längeren Aufenthalt in Neapel gewährte, und der mir die reichen Hilfsmittel der Zoologischen Station stets in liebenswürdigster Weise zur Verfügung stellte, fühle ich mich in hohem Grade zu Dank verpflichtet. Ferner spreche ich der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin meinen ehrerbietigsten Dank dafür aus, dass sie mir in den Jahren 1879 und 1882 einen Arbeitstisch in der Station bewilligte. Und endlich danke ich auch allen meinen ehemaligen Collegen in der Zoologischen Station, sowie zahlreichen Herren, welche die Station vorübergehend besuchten, herzlichst für die freundschaftliche Unterstützung, die sie mir bei meinen Arbeiten zu theil werden liessen, und für die mannigfache Anregung, welche ich im Umgange mit ihnen erfuhr.

Dass meine Untersuchungen trotz der günstigen Umstände, unter denen sie angestellt wurden, recht zahlreiche Lücken aufweisen, hoffe ich dadurch einiger-

maassen gut gemacht zu haben, dass ich die Mängel an den betreffenden Stellen der Monographie hervorgehoben habe, um meinen Nachfolgern die Thätigkeit auf diesem ergiebigen Forschungsgebiete möglichst zu erleichtern. Einige Ergänzungen werde ich selbst in kurzer Zeit auf Grund erneuter Studien an lebenden Sphaerozoëen des Mittelmeeres liefern können. Alsdann werde ich auch das conservirte Material aus anderen Meeren, das mir durch das freundliche Entgegenkommen der Herren Professoren Dohrn und von Martens in reicher Fülle zur Verfügung steht, einer Bearbeitung unterziehen. Eine Verwerthung der nicht im Mittelmeere gefundenen Sphaerozoëen für die Monographie musste leider unterbleiben, da ich dem im Druck befindlichen Werke Häckel's über die Challenger-Radiolarien in keiner Weise vorgreifen wollte.

Der Verfasser.

INHALTSÜBERSICHT.

Seite

I. Einleitung. 1
Kurze Schilderung der Sphaerozoëen 1
Geschichte der Sphaerozoëen-Forschung 3
Methoden der Untersuchung 7

II. Morphologie. 13
1. Plasma 13
Marksubstanz 16
Rindensubstanz 18
2. Kerne 21
Homogene Kerne der vegetativen Zustände . . 24
Doppeltbrechende Kerne der Anisosporen . . 25
Differenzirte Kerne der Anisosporen und der extracapsularen Körper. 26
3. Centralkapselmembran 28
4. Oelkugeln 33
5. Krystalle 38
6. Pigment 44
7. Gallerte 50
8. Vacuolen 56
9. Skelet 60
10. Gelbe Zellen 65
11. Die Individuen der Sphaerozoëen und ihre Vereinigung zur Kolonie 71
Die Individuen. 74
Form der Kolonien und Anordnung ihrer Theile 75
Verschmelzung verschiedener Kolonien . . . 78
Der Kolonialverband und die Arbeitstheilung bei den Sphaerozoëen 82

III. Biologie. 86
1. Ernährung 86
2. Bewegung. 94

Seite

3. Vorkommen der Sphaerozoëen und Abhängigkeit ihres Auftretens von verschiedenen Lebensbedingungen 102
I. Vorkommen 105
1. *Collozoum inerme* 105
2. *Collozoum pelagicum* 107
3. *Collozoum fulvum* 107
4. *Sphaerozoum punctatum* 107
5. *Sphaerozoum neapolitanum* 108
6. *Sphaerozoum acuferum* 109
7. *Myxosphaera coerulea*. 109
8. *Collosphaera Huxleyi* 109
9. *Acrosphaera spinosa* 110
10. *Siphonosphaera tenera* 110
Zusammenfassung. 111
II. Einwirkung verschiedener Lebensbedingungen 113
1. Zusammensetzung des Meerwassers . . 113
2. Licht 114
3. Temperatur. 114
4. Wasserbewegung 120
a. Einfluss von Stärke und Richtung der durch Wind veranlassten Wasserbewegung 120
b. Einfluss der Strömungen 129
5. Wird die Verbreitung der Sphaerozoëen durch periodische Entwicklung dieser Thiere beeinflusst?. 132
4. Geographische Verbreitung . . . 133
5. Phosphorescenz 136
6. Parasiten und Inquilinen 139

IV. Entwicklung und Fortpflanzung. 142
1. Theilung der Kolonie 142
2. Theilung der Individuen 143

Seite

3. Schwärmerbildung 145
I. Bildung der Isosporen 150
1. *Myxosphaera coerulea* 150
2. *Collosphaera Huxleyi* 153
3. *Acrosphaera spinosa* 154
4. *Siphonosphaera tenera* 155
5. *Collozoum inerme* 156
6. *Collozoum pelagicum* 158
7. *Collozoum fulvum* 158
8. *Sphaerozoum neapolitanum* 158
9. *Sphaerozoum punctatum* 159
10. Zusammenfassung 160
II. Bildung der Anisosporen 163
1. *Myxosphaera coerulea* 163
2. *Collosphaera Huxleyi* 164
3. *Acrosphaera spinosa* 164
4. *Siphonosphaera tenera* 165
5. *Collozoum inerme* 165
6. *Collozoum fulvum* 167
7. *Collozoum Hertwigi* 167
8. *Sphaerozoum punctatum* 168
9. *Sphaerozoum Haeckeli* 169
10. *Sphaerozoum acuferum* 169
11. Zusammenfassung 170
III. Der Generationswechsel der Sphaerozoëen 174
4. Extracapsulare Körper 179
I. Collosphaeriden 180
II. Sphaerozoiden 187
Collozoum spec. 187
Collozoum fulvum 191
Sphaerozoum neapolitanum 192
III. Zusammenfassung 194
5. Die Entwicklung der Sphaerozoëen und anderer Radiolarien 198
I. Der Entwicklungsgang der Sphaerozoëen 200

Seite

1. Schwärmzustand 201
2. Junge vegetative Stadien 203
3. Junge reproductive Zustände 204
4. Alte vegetative Stadien 205
5. Alte reproductive oder fructificative Zustände 206
II. Einige Beobachtungen über die Fortpflanzungserscheinungen der Acanthometriden 208

V. Systematik. 210
1. System der Sphaerozoëen 210
A. 1. Fam. Sphaerozoida 212
1. Gattung *Collozoum* Hkl. 215
1. *Collozoum inerme* Müll. sp. 219
2. *Collozoum fulvum* n. sp. 223
3. *Collozoum pelagicum* Hkl. 225
4. *Collozoum Hertwigi* n. sp. 228
2. Gattung *Sphaerozoum* Meyen 229
1. *Sphaerozoum neapolitanum* Brandt . . . 237
2. *Sphaerozoum acuferum* Müll. 241
3. *Sphaerozoum punctatum* Huxl. 247
4. *Sphaerozoum Häckeli* n. sp. 251
B. 2. Fam. Collosphaerida 252
1. Gattung *Myxosphaera* n. 254
Myxosphaera coerulea Hkl. sp. 254
2. Gattung *Collosphaera* Müll. 257
Collosphaera Huxleyi Müll. 258
3. Gattung *Acrosphaera* Hkl. 263
Acrosphaera spinosa Hkl. 263
4. Gattung *Siphonosphaera* Müll. . . . 265
Siphonosphaera tenera n. sp. 266
2. Beziehungen der Sphaerozoëen zu den übrigen Radiolarien 268

Bestimmungstabelle 274
Literaturverzeichniss 275
Erklärung der Abbildungen.

I. Einleitung.

Kurze Schilderung der Sphaerozoëen.

Die koloniebildenden Radiolarien, auch Polyzoen oder Sphaerozoëen genannt, sind pelagische Thiere, welche in der Nähe der Meeresoberfläche vorkommen und nicht im Stande sind, sich selbständig fortzubewegen. Die Kolonien — in wenig geschmackvoller, aber bezeichnender Weise auch »Qualster« genannt — erscheinen im ausgewachsenen Zustande als Gallertklumpen von kugliger oder cylindrischer Gestalt mit Tausenden von sehr regelmässig vertheilten Körnern. Jedes dieser Körner ist ein Individuum (»Nest«) und lässt bei genauerer mikroskopischer Untersuchung die wichtigsten Theile eines Radiolarienindividuums erkennen. Jedes Individuum repräsentirt eine vielkernige Zelle, deren Plasma in einen meist kugligen centralen Theil und einen peripheren Theil gesondert ist (s. Taf. 6 Fig. 21). Beide Plasmatheile sind in den meisten Fällen durch eine poröse Membran (Centralkapselmembran, *C.*) getrennt. Man kann daher die centrale Plasmamasse oder Marksubstanz (Entoplasma, *M. S.*) auch intracapsulares Plasma (Intracapsularium), das periphere Plasma (Rindensubstanz oder Ectoplasma) auch extracapsulares Plasma (Extracapsularium) nennen. Das Intracapsularium ist durch den Besitz zahlreicher Zellkerne (*N*) und gewöhnlich nur Einer sehr ansehnlichen Oelkugel (*O*) ausgezeichnet. Letztere liegt genau im Centrum des Individuums, während die Kerne in einer oder zwei Schichten unweit der Oberfläche der Marksubstanz gelegen sind. Die Rindensubstanz (extracapsulares Plasma) besteht aus einer verschieden dicken Schicht, welche die kuglige Markmasse allseitig umschliesst, dem sogenannten Pseudopodienmutterboden (oder Matrix, *A. P.*), und den von dieser Schicht ausgehenden vielfach verzweigten und untereinander anastomosirenden Pseudopodien (*P*). Die Pseudopodien des einen Individuums verschmelzen mit denen der benachbarten Individuen und vermitteln so die Wechselbeziehungen der Nester untereinander. Ausserhalb des Pseudopodienmutterbodens befindet sich bei mehreren Arten ein Kieselskelet, und zwar entweder in Form einer Gitterschale oder von zahlreichen einzelnen Nadeln, die lose an und über einander liegen und meist tangential zur Marksubstanz-Oberfläche gerichtet sind. Sämmtliche Individuen sind mit ihren Ausläufern in eine Schleim- oder Gallertmasse (*G*) eingebettet, in welcher sich ausserdem noch mehr oder weniger grosse Flüssigkeitsansammlungen, Vacuolen (*V*), sowie eine grosse Anzahl von sogenannten gelben

Zellen (*Z*) befinden. Die letzteren gehören zwar nicht zum Radiolarienkörper, sondern sind eingedrungene Algen (*Zooxanthella*); sie müssen jedoch auch hier wegen der Constanz ihres Auftretens in den Kolonien und wegen ihrer Bedeutung für die Biologie der Radiolarien eingehende Berücksichtigung finden. Sie liegen bei mehreren Arten grösstentheils im Pseudopodienmutterboden, doch kommen sie auch frei in der Gallerte vor oder werden von den feinen Pseudopodien hin- und hergeführt. —

In systematischer Hinsicht ist zu erwähnen, dass ich wegen gewisser Verschiedenheiten in der Entwicklung 2 Familien annehme, zu denen folgende Gattungen und Arten gehören:

Fam. 1. *Sphaerozoida.*
Collozoum Hkl. Meist ganz ohne Skelet, nur zuweilen mit vereinzelten Nadeln.
1. *C. inerme* Müll. sp.
2. » *fulvum* n. sp.
3. » *pelagicum* Hkl.
4. » *Hertwigi* n. sp.
Sphaerozoum Meyen. Mit Kieselnadeln.
5. *Sph. punctatum* Huxl. sp.
6. » *neapolitanum* Brandt.
7. » *acuferum* Müll.
8. » *Häckeli* n. sp.
9. » *spinulosum* Müll.

Fam. 2. *Collosphaerida.*
Myxosphaera n. g. Ohne Skelet.
10. *Myxosph. coerulea* Hkl. sp.
Collosphaera Müll. Mit glatter Gitterschale.
11. *Collosph. Huxleyi* Müll.
Acrosphaera Hkl. Gitterschale mit spitzen Dornen.
12. *Acrosph. spinosa* Hkl.
Siphonosphaera Müll. Mit Gitterschale, deren Hauptöffnungen in Tuben verlängert sind.
13. *Siphonosph. tubulosa* Müll.
14. » *tenera* n. sp.

Von diesen Arten werden *C. Hertwigi*, *Sph. Häckeli*, *Sph. spinulosum* und *Siphonosph. tubulosa*, die ich selten bezw. gar nicht im Golfe fand, nur im systematischen Theile eingehendere Berücksichtigung finden. Die übrigen 10 Arten, deren Eigenschaften für die nachstehenden allgemeinen Angaben über Morphologie, Biologie und Ontogenie der Polyzoen verwerthet werden, fanden sich in sehr verschieden grosser Menge im Golfe. Am häufigsten waren *C. inerme*, *Myxosph. coerulea*, *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*. Weniger häufig fand sich *Sph. neapolitanum*. *Acrosph. spinosa* und *C. fulvum* kamen einige Male in grossen Schwärmen, sonst nur ganz vereinzelt vor. Die übrigen Arten (*C. pelagicum*, *Sph. acuferum*, *Siphonosph. tenera*) waren selten.

Im Entwicklungsgang der Polyzoen lassen sich 3 Stadien unterscheiden: Der Schwärmzustand, der vegetative und der reproductive oder fructificative Zustand. Die Dauer des Schwärmzustandes und der Uebergang in das vegetative Stadium sind vorläufig noch gänzlich unbekannt. Der Hauptabschnitt des Lebens der Polyzoen, der vegetative Zustand, wird durch die Einschaltung einer reproductiven Periode — der Bildung »extracapsularer Körper« — in zwei Theile zerlegt. Als junge vegetative Zustände bezeichne ich kleine, meist wurstförmige Kolonien mit verhältnissmässig wenigen und kleinen Individuen, als alte vegetative Zustände Kolonien, welche die volle Zahl der Individuen besitzen und die Species-Eigenthümlichkeiten deutlich zeigen. Den Uebergang zwischen jungen und alten vegetativen Zuständen vermittelt die Bildung der extracapsularen Körper. Am Abschlusse des vegetativen Lebens beginnt der eigentliche reproductive oder fructificative Zustand: die Bildung der

Schwärmsporen. Bei den meisten Arten konnte nachgewiesen werden, dass die ausgewachsenen fructificativen Kolonien entweder Isosporen (Krystallschwärmer Hertwig's) oder Anisosporen (krystalllose Schwärmer Hertwig's, Makro- und Mikrosporen) produciren.

Geschichte der Sphaerozoëen-Forschung.[1]

Der erste Forscher, welcher Radiolarienkolonien beobachtet und kenntlich beschrieben und abgebildet hat, ist Meyen (**1**). Er fasst die von ihm im Atlantischen Ocean und in der Chinesischen See beobachteten Formen (*Physematium atlanticum*, *P. vermiculare* und *Sphaerozoum fuscum*) als Palmellaria zusammen und charakterisirt dieselben als mehr oder weniger rundlich gestaltete Thiere, die aus einer schleimig gallertartigen Masse bestehen, in deren Innerem kleine, gleichmässig grosse Bläschen enthalten sind. Die Fortpflanzung scheint wie bei den Nostochinen dadurch stattzufinden, dass die einzelnen Bläschen aus der gallertartigen Masse hervortreten und frei werden. Von *P. a.* wird angegeben, dass es dann und wann bei Nacht leuchtet. *S. f.* sei gleichsam ein kugelförmiges Aggregat von Individuen der Physematien. Jede Kugel ist von »Krystallen« umgeben, die wahrscheinlich aus reiner Kieselerde bestehen. Meyen ist sich, wie aus seiner Arbeit hervorgeht, über die Individualität der Radiolarien noch nicht klar geworden. Seine Angabe, dass *S. f.* ein »Aggregat von Individuen« darstellt, wird dadurch werthlos, dass er die Physematien als einzelne Individuen auffasst, während doch die eine Abbildung seines *Phys. vermiculare* (**1** Taf. 28. F. 4. *a.*) zeigt, dass er ein *Collozoum inerme* mit 4 grossen Vaculen vor sich gehabt hat. Ausserdem möchte ich nach den Abbildungen seines *Phys. atlanticum* (**1** T. 28. F. 1—3) fast vermuthen, dass auch dieses vermeintliche Einzelindividuum eine Kolonie gewesen sei, und zwar von *Myxosphaera coerulea.*

Den Bau der Radiolarienkolonien hat erst Huxley (**2**) in den wesentlichsten Punkten richtig erkannt. Die Kolonien, welche er in allen tropischen und aussertropischen Meeren, durch welche der »Rattlesnake« segelte, fand, fasst er als *Thalassicolla punctata* zusammen und unterscheidet mehrere Varietäten, welche später von J. Müller mit Recht zu besonderen Gattungen (*Sphaerozoum*, *Collosphaera*, *Siphonosphaera*) erhoben wurden. Huxley erkannte bereits klar, dass seine *Th. punctata* eine koloniebildende Protozoe sei, die verwandt ist mit den Heliozoen. Die Individuen bezeichnet er als Sphaeroide oder Zellen und unterscheidet in denselben einen »hellen, fettartigen Nucleus« und eine Masse von Körnern, von denen einige Zellen zu sein scheinen. Jedes Individuum ist von einer dünnen, aber dichten Membran umgeben. Die von ihnen ausstrahlenden, verzweigten Pseudopodien werden (Fig. 2 *b*) sehr deutlich abgebildet. Die einzelnen Individuen werden durch eine gallertartige Masse, in der sich Vacuolen befinden,

1) Bei der allgemeinen Darstellung der historischen Entwicklung unserer Kenntniss von den koloniebildenden Radiolarien werde ich mich auf die wichtigsten Angaben beschränken, da im speciellen Theile dieser Monographie jedes Capitel mit einer detaillirten Schilderung der thatsächlichen Angaben und der Ansichten früherer Forscher anfängt. Die Literatur-Verweisungen beziehen sich — wie überhaupt in dieser Arbeit — auf die am Schlusse befindliche Literaturliste.

zusammengehalten; eine andere Verbindung derselben ist nicht vorhanden. In der unmittelbaren Umgebung der Individuen wurden oft »gelbe Zellen« bemerkt.

Bezüglich der koloniebildenden Radiolarien bestätigte Müller (3) im Allgemeinen die ausgezeichnete Darstellung seines Vorgängers und ergänzte dieselbe in mehreren, z. Th. recht wichtigen Punkten. Den fettartigen »Nucleus«, welchen Huxley in den Individuen seiner *Thalassicolla punctata* gesehen hatte, deutet Müller richtig als Oelkugel. Die Pseudopodien, ihre Bewegungen und die Körnchenströmung in ihnen werden eingehend geschildert. Im Centralkapselinhalt fand Müller zuweilen kleine, bei *Collosph. Huxleyi* auch sehr grosse Krystalle, welche er nach Form und chemischem Verhalten sehr eingehend beschreibt. Er entdeckte ferner, dass die bläuliche Färbung, welche Huxley bei der mit Gitterschalen versehenen Varietät von *Th. punctata* (*Collosph. Huxleyi* Müll.) bereits bemerkt hatte, auf dem Vorhandensein von Pigmentkörnchen beruht, und dass die extracapsularen gelben Zellen sich in 2 oder 4 Tochterzellen theilen. Die Gallertsubstanz, welche Huxley und sogar Meyen richtig erkannt hatten, soll nach Müller in lebenden Kolonien fehlen und erst nach dem Absterben der Individuen durch Verquellung der Pseudopodien entstehen. Ausserdem behauptet er irrthümlicher Weise, dass die Flüssigkeitsansammlungen zwischen den Fadenbündeln nicht echte, wandungslose Vacuolen, sondern mit feiner Membran ausgekleidete Alveolen seien. Ein grosses Verdienst erwarb sich Müller durch Auflösung von Huxley's *Thalassicolla punctata* in 3 Gattungen mit zusammen 8 Species. Endlich verdanken wir ihm die ersten Angaben über den Einfluss verschiedener Lebensbedingungen auf die Radiolarien.

Schneider's kleine Notiz (4) enthält wenig Bemerkenswerthes. Er betrachtet mit Müller die Flüssigkeitsansammlungen als Alveolen und schildert das Auf- und Niedersteigen von *Sphaerozoum*.

Häckel's grosses Radiolarienwerk gebührend zu würdigen, ist bei ausschliesslicher Betrachtung der koloniebildenden Radiolarien nicht möglich. Die grössten Vorzüge seiner Monographie, die Begründung und vergleichend morphologische Behandlung der ganzen Klasse der Radiolarien, sowie die äusserst sorgfältige Durcharbeitung der mannigfachen, meist von ihm entdeckten Formen, können hier keine Berücksichtigung finden. Bei der Schilderung des Baues der Polyzoen schliesst er sich im Allgemeinen Müller an Mit ihm ist er z. B. irrthümlicher Weise der Ansicht, dass die Alveolen selbständige Blasen mit eigener Wand sind, und dass die Gallertsubstanz normalen Thieren vollkommen fehlt. Dagegen erkannte er — was seinen Vorgängern entgangen war —, dass die Pseudopodiengeflechte der verschiedenen Individuen zusammenhängen, und dass auf diese Weise ein fortwährender Substanzaustausch innerhalb der Kolonie möglich sei. Er machte ausserdem die wichtige Entdeckung, dass allen Radiolarien eine Centralkapsel zukommt, welche die Sarkode in einen extracapsularen und einen intracapsularen Theil scheidet, und dass im Centralkapselinhalt stets »wasserhelle Bläschen« zu finden sind. Diese von ihm entdeckten Bläschen deutete er als Zellen und schrieb ihnen eine Membran und ein oder mehrere Körnchen (Kerne) zu. Ferner gab er eine vorzügliche Schilderung der Lebensweise und einige Andeutungen über die Fortpflanzung der

Polyzoen. Endlich liess er noch der Gruppe der Polyzoen eine sehr gründliche systematische Bearbeitung zu Theil werden. Er unterschied 2 Familien: die Sphaerozoiden mit den Gattungen *Collozoum* (3 sp., 2 n.), *Rhaphidozoum* (1 sp.) und *Sphaerozoum* (4 sp., 3 n.), und die Collosphaeriden mit *Siphonosphaera* (1 sp.) und *Collosphaera* (2 sp., 1 n.). Im Radiolariensystem wird die Ordnung der Polyzoa den sämmtlichen übrigen, zur Ordnung Monozoa zusammengefassten Radiolarien gegenüber gestellt.

Es folgt nun eine Reihe von kleinen Arbeiten, welche meist nur in geringem Grade die Erkenntniss des Baues der Radiolarien förderten. Zunächst beschreibt Dana (**6**) 2 Sphaerozoëen aus dem stillen Ocean, darunter eine neue. Häckel (**7**) erweitert seine früheren Mittheilungen über die Sarkode der Radiolarien auf Grund neuer Untersuchungen und führt die bei Nizza vorkommenden Sphaerozoëen-Species an. Ferner giebt Schneider (**8**) einige interessante biologische Notizen über Sphaerozoëen und theilt eine Entdeckung mit, die, obwohl an *Thalassicolla* gemacht, für die ganze Klasse der Radiolarien von grosser Wichtigkeit ist. Er fand, dass Thalassicollen, die ihres extracapsularen Weichkörpers gänzlich beraubt waren, in wenigen Tagen sich wieder zu einer vollständigen *Thalassicolla* ausbilden. Wallich (**9**) steht noch ganz auf dem von Huxley gegebenen Standpunkte und theilt nichts Neues über die Organisation der Polyzoen mit. Giglioli (**10**) giebt an, dass die Sphaerozoëen in gewissen Meeren phosphorescirend sind, in anderen dagegen nicht. Stuart's kurze Notiz (**11**) betrifft die sogen. extracapsularen Körper, deren Umbildung zu kleinen Nestern er verfolgt haben will, sowie die Entstehung der gelben Zellen in besonderen Bildungszellen des inneren Plasmas. Häckel (**12**) veröffentlicht die interessante Entdeckung, dass die gelben Zellen grosse Mengen von Stärke enthalten. Ausserdem bezeichnet er als »unzweifelhafte Zellen« ausser den gelben Zellen und den wasserhellen Bläschen, die er schon früher als Zellen gedeutet hatte, auch die extracapsularen Alveolen. Die Arbeit von Dönitz (**13**) ist mir zum grössten Theile unverständlich geblieben. Die geringen morphologischen Angaben, die von ihm herrühren, werden in den einzelnen Capiteln Berücksichtigung finden. Seine merkwürdige Darstellung von der Entwicklung der Radiolarien hat in keiner Weise zur Aufklärung dieser Verhältnisse beigetragen. Er stellt endlich noch eine neue Species auf, ohne jedoch eine Beschreibung dafür zu liefern.

Etwa gleichzeitig mit den letztgenannten 2 Arbeiten erschien die erste bedeutendere Arbeit seit Häckel's Monographie, die Abhandlung von Cienkowski (**14**). Vor allen Dingen lehrte Cienkowski die Fortpflanzungsweise, über die bis dahin noch keine überzeugende Beobachtungen vorlagen, durch den sicheren Nachweis, dass sich die Inhaltsbestandtheile der Centralkapseln in Zoosporen umwandeln, in den Hauptzügen kennen. Ausserdem machte er die höchst wichtige Entdeckung, dass die gelben Zellen nach dem Tode der Radiolarien noch wochenlang weiter leben und sich vermehren. Durch diese Beobachtung wurde die bis dahin noch nie bezweifelte Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Radiolarienorganismus sehr in Frage gestellt und der erste Schritt zum Nachweis der Algennatur der gelben Zellen gethan.

Den ausgezeichneten morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen

von Hertwig (**15**) verdanken wir das Verständniss der Radiolarienorganisation. Nach Häckel, dessen Anschauungen bis zum Erscheinen der Arbeit von Hertwig herrschend waren, besteht der Radiolarienorganismus aus einer Anzahl verschmolzener Zellen, in welchen noch selbständige Zellen verschiedener Art (Alveolenzellen, wasserhelle Bläschen, gelbe Zellen) liegen. Nach dieser Auffassung des Baues nahmen die Radiolarien unter den einzelligen thierischen Wesen, den Protozoen, eine ganz isolirte Stellung ein. Hertwig zeigte jedoch, dass der Bau der Radiolarien zwar viele Eigenthümlichkeiten aufweist, dass er aber in den wesentlichen Zügen mit dem Bau der übrigen Rhizopoden übereinstimmt. Jedes Radiolarienindividuum besteht aus einer einzigen Zelle, in welcher ausser den gelben Zellen keine individualisirten Zellen vorkommen. Die gelben Zellen deutete Hertwig in seiner ersten Arbeit irrthümlicher Weise als integrirende Bestandtheile des Radiolarienorganismus, als Nahrungsreservoirs, und bekämpfte die Auffassung von Cienkowski. Die Kerne der Radiolarien wurden erst von Hertwig erkannt. Sie sind bei den Polyzoen stets in der Mehrzahl vorhanden, finden sich ausschliesslich in der intracapsularen, nicht auch in der extracapsularen Sarkode, und entsprechen den »wasserhellen Bläschen« Häckel's. Die extracapsularen Alveolen sind nach Hertwig's Untersuchungen den Vacuolen anderer Protozoen vollkommen homolog und besitzen nicht den Werth von Zellen. In dieser Hinsicht schliesst er sich also der Auffassung von Huxley an. Ausserdem zeigt er, dass Huxley im Recht gewesen sei, wenn er den normalen Radiolarien eine Gallerthülle zuschrieb. Die Oelkugeln bestehen nach seinen Untersuchungen aus einem eiweissartigen Substrat und eingelagertem Fett. Die Angaben Cienkowski's über die Schwärmerbildung erfuhren durch Hertwig's genaue histologische Untersuchung der einzelnen Stadien eine Vervollständigung und Erweiterung. Von besonderer Wichtigkeit ist noch die Entdeckung, dass bei den Polyzoen 2 Arten von Schwärmern gebildet werden: Krystallschwärmer und krystalllose Schwärmer. Cienkowski hatte zwar auch einige Stadien der Bildung krystallloser Schwärmer beobachtet, hatte sie aber als Vorstufen der Entwicklung der Krystallschwärmer, der einzigen Schwärmersorte, welche nach seinen Angaben bei Radiolarien vorkommt, gedeutet. Hertwig constatirt, dass nicht allein die reifen krystalllosen Schwärmer sich sehr erheblich von den krystallführenden Schwärmern unterscheiden, sondern dass auch die Bildung der beiden Schwärmersorten in sehr verschiedener Weise verläuft. — Die zweite Arbeit von Hertwig (**17**) ist für Morphologie und Systematik der ganzen Radiolarienklasse von höchster Bedeutung, enthält aber bezüglich der Sphaerozoëen fast gar nichts Neues. — Kurz vorher hatte Häckel (**16**) ein neues System der Radiolarien aufgestellt, in welchem die Sphaerozoëen eine andere Stellung erhielten als früher.

Brandt (**18**) zeigt, dass die Kerne der Sphaerozoëen nicht in allen Entwicklungsstadien homogen sind, dass eine Centralkapselmembran selbst an ausgewachsenen Exemplaren mancher Species nicht nachweisbar ist, und dass die Vacuolen zuweilen nicht mit Flüssigkeit, sondern mit weicher Gallerte erfüllt sind. Er beobachtete die Bildung von Makro- und Mikrosporen bei *C. inerme*, *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum;* er fand ausserdem einige Stadien dieser Schwärmerbildung auch bei *Collosph. Huxleyi* und konnte die andere Schwärmersorte, die

Krystallschwärmer, bei fast allen Sphaerozoëen nachweisen. Die Entdeckung von zwei ganz verschiedenen Schwärmerarten bei mehreren Arten von Sphaerozoëen bestimmt ihn zur Annahme eines Generationswechsels, der dem der Algen ähnlich sei. Ferner führt er zahlreiche Gründe für die Algennatur der gelben Zellen an und theilt unter Anführung einer neuen Species eine Revision der Sphaerozoëenfamilie mit.

Das Studium der Challenger-Radiolarien veranlasste Häckel (**19**) zur Aufstellung eines neuen Systemes, in welchem die Gruppe der koloniebildenden Radiolarien die 6. und 7. (letzte) Ordnung einnimmt. Die eine Ordnung (Symbelaria) enthält die Familie der Collosphaeriden mit den neuen Gattungen *Acrosphaera*, *Tribonosphaera*, *Clathrosphaera* und *Xanthiosphaera*, während die andere Ordnung (Syncollaria) die Familien der Sphaerozoiden und Collozoiden umfasst. — Zwei Jahre später stellt Häckel (**26**) wieder ein anderes System auf. Die Polyzoen werden nicht mehr als eine natürliche Gruppe angesehen, sondern werden im System unmittelbar denjenigen monozoen Radiolarien angereiht, mit denen sie im Skelet übereinstimmen.

Bütschli's Werk (**24**) enthält eine sehr sorgfältige kritische Zusammenstellung der bisher veröffentlichten Arbeiten über Radiolarien.

Die übrigen Arbeiten der letzten Jahre, nämlich diejenigen von Brandt (**20**, **25**), Geddes (**21**, **22**) und Moseley (**23**) enthalten ausser einigen z. Th. sich widersprechenden biologischen Mittheilungen nur Angaben über die gelben Zellen und ihre Bedeutung für die Radiolarien.

Methoden der Untersuchung.

Die Sphaerozoëen-Species und ihre verschiedenen Entwicklungsstadien wurden stets sowohl im frischen als im abgetödteten Zustande untersucht. Bei ausschliesslicher Anwendung der einen oder der anderen Methode würde man unmöglich zu einem vollständigen Verständniss der Organisation der Sphaerozoëen gelangen können.

Bei der Untersuchung des lebenden Materials verwendete ich ausser den gewöhnlichen Hilfsmitteln auch den Polarisationsapparat und konnte mit Hilfe desselben während der fortschreitenden Entwicklung Veränderungen feststellen, welche sich sonst der Beobachtung gänzlich entziehen. Ferner wendete ich die Färbung der Organismen im lebenden Zustande an und empfehle eine noch ausgedehntere Anwendung dieses Verfahrens für spätere Untersuchungen. Endlich wurde der Einfluss verschiedener Reagentien auf den einen oder anderen Theil des Radiolarienkörpers studirt.

Auf das Verfahren zur Untersuchung im abgetödteten Zustande muss ich hier etwas näher eingehen, weil sich die bisher für Radiolarien gebräuchlichen Mittel nicht in allen Fällen als vortheilhaft erwiesen haben. Hertwig (**17** p. 2. 3) verwendete zur Conservirung der Radiolarien vorzugsweise Ueberosmiumsäure (0,1 %).[1] Die Färbung geschah meist mit

1) In seiner ersten Arbeit über Radiolarien (**15** p. 3) theilt Hertwig mit, dass er »Alkohol, Chromsäure und Osmiumsäure« zur Conservirung verwendet habe.

Beale's Karmin, die Untersuchung in Glycerin oder Nelkenöl oder Canadabalsam. So vorzüglich dieses Verfahren auch bei Acanthometren, Sphaerideen etc. ist, so ist es bei den Sphaerozoëen deshalb nicht allgemein anwendbar, weil bei mehreren Species (*C. inerme*, *C. fulvum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum*) der sogen. Pseudopodienmutterboden durch das Niederschlagen von reducirtem Osmium sofort geschwärzt wird, so dass die inneren Theile, welche ja gerade das grösste Interesse beanspruchen, nur sehr schwer zu erkennen sind. Die Form der Kolonie und der Einzelindividuen, sowie die extracapsularen Theile werden durch Ueberosmiumsäure vorzüglich fixirt; dies Abtödtungsmittel ist also für Sphaerozoëen dann recht zu empfehlen, wenn eingehenderes Studium der intracapsularen Theile nicht beabsichtigt wird. Um ein Verfahren zu finden, das die Vortheile des Hertwig'schen Verfahrens, aber nicht die Nachtheile desselben besitzt, probirte ich eine Anzahl von Abtödtungsmitteln und kam zu folgenden Resultaten:

1) Für *C. inerme*, *C. pelagicum*, *C. fulvum*, *Sph. punctatum* und *Sph. neapolitanum* habe ich kein geeigneteres Mittel zur Fixirung der Kolonie und der Individuen gefunden als Jodspiritus[1]). Das Abtödten wird am besten in einem Tubus vorgenommen, den man sanft hin und her rollt. Unterlässt man die Bewegung der abzutödtenden Kolonien, so wird nicht allein die Seite, mit der sie dem Gefässboden aufliegen, platt gedrückt, sondern es wird auch ein Theil der Individuen zu langsam und deswegen in ungenügender Weise abgetödtet. Nach einer Einwirkung von 15—30 Minuten werden die Kolonien in Süsswasser gebracht und so lange darin gelassen, bis sie untergesunken sind. Um die Seesalze möglichst vollkommen auszuziehen, muss das Wasser gewechselt werden. Die Kolonien werden darauf in Spiritus von 30%, von 50% und schliesslich von 70% gebracht. Bei dieser Conservirungsmethode werden bei den genannten Species und ausserdem bei *Sph. acuferum* die Form der Kolonie, die Gestalt der Individuen und der feinere Bau derselben möglichst lebensgetreu fixirt. Bei jahrelangem Aufenthalt in 70% Spiritus schrumpfen zwar die Kolonien etwas, doch kann man durch Uebertragen in Süsswasser die Gallerte wieder aufquellen lassen und den Kolonien dadurch fast die ursprüngliche Grösse und Prallheit wieder verleihen. Die in Isosporenbildung begriffenen Kolonien von *Sph. neapolitanum* liessen sich durch Jodspiritus der Form nach nicht so gut erhalten, wie durch Sublimat. Wenn es jedoch weniger auf eine lebensgetreue Fixirung der äusseren Form als auf möglichst gute Erhaltung und Erkennbarkeit der Marksubstanz und ihrer Kerne ankommt, so ist bei allen Exemplaren von *Sph. neapolitanum* Jodspiritus vorzuziehen.

2) Für *Myxosph. coerulea* sind Jodspiritus oder reiner Spiritus als Conservirungsmittel ganz ungeeignet, wenn es darauf ankommt, die Kolonien in ihrer Form zu erhalten. Die

1) Zur Herstellung des Gemisches wird eine Quantität 70% Spiritus mit der gleichen Menge Meerwasser versetzt und so viel Jodtinctur zugefügt, dass eine deutliche Gelbfärbung der Mischung eintritt. Bei Anwendung von stärkerem Spiritus oder bei Zusatz von mehr Jodtinctur (bis zur Braunfärbung des Gemisches) finden häufig Schrumpfungen der ganzen Kolonie oder der Individuen resp. einzelner Bestandtheile der letzteren statt. — Der Jodzusatz hat nur den Zweck, die plasmatischen Theile der Individuen schneller abzutödten; er ist entschieden von Vortheil, kann aber auch nöthigenfalls unterbleiben.

Gallertsubstanz dieser Species löst sich in Jodspiritus auf, so dass der koloniale Verband verloren geht und die einzelnen Individuen auseinander fallen. Die isolirten Individuen sind mit allen ihren Bestandtheilen recht gut auf diese Weise zu fixiren. Wenn man nur den Inhalt der Centralkapseln studiren will, so kann die Abtödtung in Spiritus immerhin von Nutzen sein. Die Kolonien von *Acrosph. spinosa* bleiben bei Behandlung mit Jodspiritus zwar im Zusammenhange, verlieren aber ihre kuglige Form. *Collosph. Huxleyi* verhält sich in Jodspiritus entweder wie *Myxosph. coerulea* oder wie *Acrosph. spinosa*. Die Individuen werden entweder vollkommen isolirt oder die Form der Kolonie wird total verändert.

Die Kolonien der genannten drei Species werden in Chromsäure vorzüglich fixirt. Man verwendet am besten 0,5—1% wässrige Lösung von Chromsäure und lässt dieselbe etwa ½—1 Stunde lang einwirken. Auch in diesem Falle müssen die Kolonien in der Flüssigkeit ab und zu bewegt werden. Darauf wird in Wasser gut ausgewaschen, damit die Chromsäure, welche die Färbbarkeit der Kolonien stark beeinträchtigt, möglichst vollständig entfernt wird. Schliesslich werden die Kolonien in 30, 50, und endlich in 70% Spiritus gebracht. Durch die Einwirkung der Chromsäure ist die Gallerte jetzt so weit fixirt, dass der Spiritus den Zusammenhang der Kolonie nicht mehr zerstören kann. In schwächeren Chromsäure-Lösungen (z. B. 0,1%) gelingt die Conservirung weit weniger gut; der Zusammenhang bleibt zwar erhalten, dagegen verändert sich die Consistenz der Gallerte bedeutend, die Kolonien werden schlaff und platten sich ab. Bei der Abtödtung von *Myxosph. coerulea* muss man alle Manipulationen sehr vorsichtig vornehmen, da der feine Gallertmantel, in welchem die Individuen liegen, leicht einreisst, so dass die Kolonie ihre Form gänzlich einbüsst. Die Kolonien von *Collosphaera* und *Acrosphaera* sind kleiner und besitzen eine widerstandsfähigere Gallertsubstanz, so dass bei ihrer Conservirung geringere Vorsicht nöthig ist.

Ausser den angeführten 3 Arten lässt sich auch *Sph. acuferum* in Chromsäure gut fixiren. Die Kolonien von *C. fulvum* und *Siphonosph. tenera* bleiben bei Abtödtung mit Chromsäure zwar im Zusammenhange, verlieren aber ihre Form. Bei älteren Kolonien von *C. inerme*, *C. pelagicum*, *Sph. punctatum* und *Sph. neapolitanum* löst sich die Gallerte auf, sobald sie in Chromsäure gebracht werden, und die Individuen werden isolirt. Dagegen kann man ganz junge Kolonien der letztgenannten Arten gut in Chromsäure fixiren, ebenso wie man junge Kolonien von *Collosph. Huxleyi* auch in Jodspiritus der Form nach recht gut erhalten kann, was bei alten Kolonien niemals der Fall ist. Ueberhaupt lassen sich die jugendlichen Kolonien der verschiedenen Sphaerozoëen fast gleich gut in Jodspiritus wie in Chromsäure abtödten.

3) Starke Lösungen von Pikrinsäure verhalten sich wie schwache Lösungen von Chromsäure.[1]) Die Kolonien von *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* bleiben im Zusammenhange, werden aber etwas schlaff; bei den übrigen Species löst sich die Gallerte auf.

4) Ueberosmiumsäure ist — soweit ich gefunden habe — das einzige Abtödtungs-

1) Ebenso Pikrinschwefelsäure.

mittel, um bei allen Sphaerozoëen die Kolonien im vollen Zusammenhange und in unveränderter Form zu erhalten. Wie schon erwähnt, hat sie aber den grossen Uebelstand, den Pseudopodienmutterboden von mehreren Arten zu schwärzen und so die Untersuchung der intracapsularen Theile sehr schwierig, zuweilen sogar unmöglich zu machen. Ausserdem werden die Kerne der Sphaerozoëen durch Jodspiritus oder durch Chromsäure besser fixirt als durch Ueberosmiumsäure.

5) Bei Untersuchungen über Skelettheile der Sphaerozoëen zeigte sich, dass Fluorwasserstoffsäure die Plasmastructuren vorzüglich fixirt. Die Anwendbarkeit dieses Mittels zur Conservirung ist bei seinen sonstigen gefährlichen Eigenschaften ziemlich ausgeschlossen.

6) Endlich habe ich noch mit Lösungen von Sublimat in Seewasser Versuche angestellt und gefunden, dass die Kolonien von *C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum* in ihrer Form vorzüglich erhalten werden, wenn man 5—15% Lösungen anwendete.[1]) Dagegen gelang es nicht, die Kolonien der genannten Arten durch Abtödtung mit Lösungen von Sublimat in Süsswasser im Zusammenhange zu erhalten; sie fallen selbst dann auseinander, wenn man gesättigte Lösungen[2]) anwendet. Dasselbe findet statt, wenn man versucht, *C. inerme*, *Myxosph. coerulea*, *C. fulvum*, *Collosph. Huxleyi* oder *Acrosph. spinosa* in 5—15% Lösungen von Sublimat in Seewasser oder in gesättigten Süsswasserlösungen abzutödten.

Die in Sublimat abgetödteten Kolonien von *C. pelagicum* und der 3 *Sphaerozoum*-Species erscheinen bei makroskopischer Betrachtung recht gut conservirt; die mikroskopische Untersuchung ergiebt jedoch, dass das Sublimat ähnliche Uebelstände besitzt wie die Ueberosmiumsäure. Die Kerne werden auffallender Weise meist stark gequellt, zuweilen so bedeutend, dass man bei nachheriger Anwendung von Färbemitteln eine diffuse Färbung der Markmasse erhält. Ausserdem zerfällt bei *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum* der Pseudopodienmutterboden in bräunliche Stücke und Blasen, welche die Untersuchung der intracapsularen Theile beinahe ebenso erschweren, wie die Schwärzung des Pseudopodienmutterbodens durch Ueberosmiumsäure. —

Aus den angeführten Versuchen geht hervor, dass die Sphaerozoëen sich beim Abtödten in höchst auffallender Weise verschieden verhalten. Um dies noch deutlicher zu zeigen, stelle ich die wichtigsten Resultate zur nachfolgenden Tabelle zusammen. In derselben bedeutet: ++ die Kolonien behalten bei der Abtödtung ihre Form unverändert bei und sind zugleich für genauere mikroskopische Untersuchung geeignet; + die Kolonien bleiben zwar im vollen Zusammenhange, sind aber für Untersuchung der intracapsularen Theile ungeeignet; 0 die Kolonie verliert ihre Form, doch bleiben die Individuen noch in losem Zusammenhange und

---

1) Nach einer Einwirkung von 15—30 Minuten werden die Kolonien in Meerwasser und dann in Süsswasser gebracht. Das Auswaschen muss aber sorgfältig geschehen, weil sonst in den Präparaten Sublimat-Krystalle auftreten, die recht störend wirken. Aus Wasser werden die Kolonien in verdünnten (35—50%) und schliesslich in stärkeren (70%) Spiritus übertragen.

2) Süsswasser löst bei gewöhnlicher Temperatur nur 5% Sublimat auf, Meerwasser dreimal so viel.

sind zu genauer mikroskopischer Untersuchung geeignet: 00 die Gallerte wird gelöst, so dass die Individuen auseinander fallen.

	C. inerme	*C. pelagicum*	*C. fulvum*	*Sph. punctatum*	*Sph. neapolitan.*	*Sph. acuferum*	*Myxosph. coerulea*	*Collosph. Huxleyi*	*Acrosph. spinosa*	*Siphonosph. tenera*
Jodspiritus	++	++	++	++	++	++	00	00	0	0
Chromsäure	00	00	0	00	00	++	++	++	++	0
Ueberosmiumsäure	+	++	+	++	+	+	++	++	++	+
Sublimat	00	+	00	+	+	+	00	00	?	00
Am besten zur Abtödtung geeignet	Jodspir.	Jodspir.	Jodspir.	Jodspir.	Jodspir.	Jodspir. od. Chrs.	Chrom-säure	Chrom-säure	Chrom-säure	Ueber-osmiums.

Ein Verfahren, mit Hilfe dessen sämmtliche Sphaerozoëen für nachfolgende makroskopische und mikroskopische Untersuchung gleich gut conservirt werden können, ist vorläufig noch nicht bekannt. Ueberosmiumsäure ist ein solches Mittel nicht, da sie in vielen Fällen Präparate liefert, welche für Detailuntersuchungen unbrauchbar sind. Dagegen ergänzen sich Jodspiritus und Chromsäure derart in ihren Wirkungen auf die verschiedenen Sphaerozoëen, dass man die nicht bestimmten Kolonien z. Th. in Jodspiritus, z. Th. in Chromsäure bringen kann, um sie sämmtlich im besten Zustande zu erhalten. Die bis jetzt untersuchten Arten lassen sich entweder in dem einen oder dem anderen dieser beiden Mittel gut fixiren. Es ist empfehlenswerth, in zweifelhaften Fällen zunächst Jodspiritus anzuwenden, da die so fixirten Kolonien besonders günstig für mikroskopische Untersuchung sind, und da ausserdem bei dem grösseren Theile (8 sp.) der Sphaerozoëen auch die Kolonien im vollen Zusammenhange und meist sogar (6 sp.) auch in unveränderter Gestalt erhalten werden. Sollte bei Anwendung von Jodspiritus die Gallerte einiger Kolonien aufgelöst werden, so dass die Individuen aus einander fallen, so braucht man nur den anderen Theil des lebenden Materiales in Chromsäure zu bringen, um auch diese Kolonien im Zusammenhange zu erhalten. — Die sehr jungen Kolonien der Sphaerozoëen werden sowohl in Chromsäure als auch in Jodspiritus im Zusammenhange erhalten und zugleich für spätere Detailuntersuchungen gut fixirt.

Ueber die Färbungen werde ich unten einige Angaben zu machen haben und will hier nur erwähnen, dass Beale's Karmin, das von Hertwig mit Vorliebe verwendet wurde, bei manchen Sphaerozoëen sehr ungünstige Resultate ergiebt. Hat man z. B. *Siphonosphaera*-Kolonien in Ueberosmiumsäure fixirt, so ruft die nachfolgende Behandlung mit Beale's Karmin so bedeutende Quellungen an dem Centralkapselinhalt hervor, dass man nachher die einzelnen Bestandtheile des Centralkapselinhaltes, besonders die Kerne, nicht mehr deutlich erkennen kann.

II. Morphologie.

1. Plasma.

Müller (3 p. 3) beobachtete an den Pseudopodien von *Collosph. Huxleyi* und von *Sphaerozoum punctatum* die Körnchenbewegung[1]) und vergleicht sie mit der Bewegung der Körnchen in den Fäden der Polythalamien. »Bei lebenden Sphaerozoen sind die Pseudopodien, soweit sie von der äusseren Seite der Nester ausgehen, radial gestellt und ausgestreckt; diejenigen Fäden, welche den nächststehenden Nestern zugekehrt sind, bilden Büschel, welche zwischen den benachbarten Nestern hinziehen und sich hier mit andern Büscheln von andern Nestern kreuzen. Die nach aussen ausstrahlenden Fäden lassen hin und wieder Verbindungen unter einander erkennen, so dass die Körnchenbewegung zuweilen von einem auf den andern Faden übergeht oder gar an dem zweiten Faden in entgegengesetzter Richtung sich fortsetzt. Diese Bewegung ist überhaupt einem häufigen Wechsel der Richtung unterworfen.« »Bewegung der Fäden selbst zu sehen, ist nur äusserst selten gewährt, sie erscheint dann als ein kaum merkliches leises Schwanken der strahligen Fäden, welches sich leichter an der allmählich veränderten Stellung gegen benachbarte Fäden erkennen lässt. Nicht selten sieht man die Fäden stellenweise verdickt, geschwollen, und diese länglichen Anschwellungen an den Strahlen wie die Körnchen fortrücken« etc. »Ueber eine Verbindung der Fäden verschiedener Nester konnte keine Sicherheit erhalten werden.« — Häckel's (5 p. 90) gründliche Untersuchungen führten zu dem Resultat, dass die Sarkode der Radiolarien »eine farblose, homogene, zähe, klebrige, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit« ist, welche meist »kleinere und grössere Körner und Bläschen in wechselnder Zahl, Grösse und Lage« enthält. Die durch Zerdrücken der Centralkapsel isolirte intracapsulare Sarkode »gleicht im physikalischen und chemischen Verhalten vollkommen der extracapsularen Sarkode des Mutterbodens. Auch die in der zähen, feinkörnigen, mit Wasser nicht mischbaren Grundmasse zerstreuten, grösseren, ungleichen und unregelmässigen, rundlichen, dunkeln Körnchen, welche sich in Kali lösen, verhalten sich hier wie dort.« Häckel ist deswegen der Ansicht, dass die innerhalb der Centralkapsel befindliche Sarkode mit der äusseren identisch und nur durch die poröse Kapsel von ihr getrennt sei. »Diese Annahme wird fast zur Gewissheit dadurch, dass diese intracapsulare Schleimmasse zwischen den Bläschen auch contractil und in ähnlicher Weise zu selbständigen Bewegungen befähigt ist, wie die genuine extracapsulare Sarkode.« »Der die Centralkapsel umschliessende Hof von Sarkode (Mutterboden oder Matrix) stellt einen meist ansehnlichen, bisweilen sehr dicken Mutterboden dar, in dessen zähem, körnigem Schleim zahlreiche Körner und Bläschen, sowie die fremden zur Nahrung dienenden Körper angehäuft sind.« »Die Sarkode der polyzoen oder socialen Radiolarien bildet ein durch die ganze Thierkolonie zwischen den Alveolen ausgespanntes, vielverzweigtes Netz, in dessen Knotenpunkten die auf diese Weise innig verbundenen Einzelthiere, die Centralkapseln oder Nester, ihren Sitz haben.« Die von jeder Centralkapsel ausgehenden Sarkodeströme stehen mit denen aller anderen Einzelthiere in mehr oder weniger directer Communication. Die »Mutterböden« der verschiedenen Centralkapseln können also höchst

1) Huxley (2 p. 435) hatte die Körnchenströmung bereits bei *Thalassicolla nucleata*, Claparède (Monatsber. Berl. Akad. 1855) bei *Acanthometra* constatirt.

wahrscheinlich ihre Sarkodesubstanz successive völlig austauschen. In dem zähen Sarkodefluidum sind »dunkle Körnchen« suspendirt, die von den Strömen passiv fortgeführt werden und »den trefflichsten Wegweiser für die Richtung und das sicherste Maass für die Geschwindigkeit jener communicirenden Ströme« abgeben. Bei monozoen Arten hat sich HÄCKEL (p. 111) bei Vergleichung vieler Individuen mit Bestimmtheit davon überzeugt, »dass innerhalb einer und derselben Art die Fäden bald völlig hyalin, ohne Spur von Körnchen, bald mehr oder weniger spärlich mit Körnchen besetzt, bald ganz dicht damit gespickt vorkommen.« HÄCKEL bezweifelt, dass die Körnchen in der Sarkode der Radiolarien völlig fehlen können, da er »in allen Fällen, wo die Körnchen an den steif in grosser Zahl ausgestreckten hyalinen Fäden völlig fehlten, dennoch bei genauerer Untersuchung immer eine gewisse Menge derselben in der Grundsubstanz der Matrix nachweisen konnte.« Er vermuthet, »dass die Körnchen aus den aufgenommenen und verdauten Nahrungsstoffen unmittelbar hervorgehen, wie etwa die Chyluskörnchen im Darme der höheren Thiere.« Die Körnchen sind »nicht einfach eingeführte fremde Körperchen«, »sondern durch die Einwirkung der Sarkode erst entstandene oder metamorphosirte Körperchen, welche als zur Substanz des Körpers gehörig zu betrachten sind, wie die gleichen Körnchen im Protoplasma der Zellen.« — SCHNEIDER (8 p. 509) macht bei *Thalassicolla nucleata* die wichtige Entdeckung, dass eine rein aus der umgebenden Sarkodemasse herausgeschälte Centralkapsel die extracapsuläre Sarkode neu bildet. »Bewahrt man eine solche freie Kapsel in Seewasser auf, so findet man bereits nach 12 Stunden von der ganzen Oberfläche zarte Pseudopodien ausstrahlen. Im weiteren Verlauf bildet sich wieder eine dichte Lage von Sarkode um die Centralkapsel, es treten die Alveolen daran auf und endlich finden sich sogar die gelben Zellen wieder ein. Kurz, aus der freien Centralkapsel bildet sich wieder eine vollständige *Th. nucleata*. Dieses Experiment gelingt nicht nur jedesmal an einem frischen Exemplar«, sondern es liess sich an einem Exemplar 3 Mal wiederholen. Diese Beobachtung beweist, »dass die intracapsuläre Masse durch die Porenkanäle der Kapsel heraustritt.« Der Pseudopodienmutterboden oder »die Matrix HÄCKEL's ist nur eine besondere Form der aus dem Innern hervorgetretenen Sarkode.« — DÖNITZ (13 p. 76) sucht REICHERT's Auffassung der »sogenannten« Körnchenbewegung in der »protozootischen Substanz« auch auf Collozoen und Sphaerozoen anzuwenden. Mit REICHERT hält er die Pseudopodien für hohl und die scheinbaren Körner für »punktförmige oder etwas in die Länge gezogene verdickte Stellen« in der »ungemein dünnen Membran« der Pseudopodien. Die Verdickungen »wandern auf und ab, verschwinden und bilden sich auf's Neue.« — HERTWIG (15 p. 17) theilt über die intracapsulare Sarkode nichts Neues mit; »die extracapsulare ist nichts als kernloses Protoplasma, eine Fortsetzung der intracapsularen Sarkode«, in welcher die Kerne liegen. »Beide Theile stehen durch Vermittlung der feinen Porenkanäle, welche die Kapselmembran durchbohren, mit einander in Zusammenhang.« »Die aus dem Mutterboden entspringenden Protoplasmafäden verzweigen sich und vereinen sich zu Netzen, welche den physiologischen Zusammenhang der Einzelthiere bedingen und ausserdem an der Oberfläche in die als Organe der Fortbewegung und der Nahrungsaufnahme fungirenden Pseudopodien übergehen.« — Bei Beschreibung sehr junger Kolonien mit einkernigen Centralkapseln erwähnt HERTWIG (17 p. 32), dass die intracapsulare Sarkode »hier reichlicher als sonst vorhanden ist und in ausgezeichneter Weise eine auch bei vielen anderen Radiolarien zu beobachtende radiale Streifung zeigt. Ihre ganze Masse ist nämlich in zahlreiche schmale keilförmige Stücke zerfallen, denen bei der Betrachtung von der Oberfläche der Centralkapsel eine feine polygonale Felderung entspricht.« Weiter unten (p. 111 und 112) zeigt er, dass die radiale Streifung für das Vorhandensein von zahlreichen Poren in der Centralkapselmembran spricht, und dass man diese streifigen Plasmastructuren als den anatomischen Ausdruck der im Radiolarienkörper stattfindenden Strömungen aufzufassen hat. — BRANDT (18 p. 392) behauptet, dass die extracapsulare Sarkode nicht eine einfache Fortsetzung der intracapsularen Sarkode sei, sondern dass sich extra- und intracapsulare Sarkode ähnlich wie Rinden- und Marksubstanz bei *Actinosphaerium* chemisch und physikalisch verschieden verhalten.

Das Plasma oder die Sarkode der koloniebildenden Radiolarien ist eine farblose, schleimige, verhältnissmässig zähe Substanz, welche sich bei jedem Individuum in zwei Schichten sondert, in die Marksubstanz (intracapsulare Sarkode) und die Rindensubstanz (extracapsulare Sarkode). Die erstere bildet eine im allgemeinen kuglige Masse, in welcher die Zellkerne, die Oelkugel und eventuell auch Pigmentkörner und Krystalle liegen; die Rindensubstanz umhüllt die

Kugel allseitig und entsendet die Pseudopodien. Zwischen Mark- und Rindensubstanz befindet sich bei den meisten Arten eine poröse Membran, die sogen. Centralkapselmembran. Bei einigen Species *(C. inerme, Sph. neapolitanum)* fehlt jedoch eine solche trennende Membran in den meisten Fällen vollkommen. Wenn sich also auch bei diesen Arten Mark- und Rindensubstanz scharf von einander absetzen, so ist das nur möglich bei chemischer und physikalischer Verschiedenheit der beiden Substanzen. In der That verhalten sich auch bei den genannten Arten die Marksubstanz und der sogen. Mutterboden, welcher die Marksubstanz von allen Seiten einhüllt, nicht allein optisch, sondern auch chemisch sehr verschieden. Die allgemein verbreitete Ansicht, dass die gesammte extracapsulare Sarkode nichts weiter sei, als intracapsulare Sarkode, die durch die Poren der Centralkapselmembran getreten sei, beruht also auf Irrthum.

Der dicke »Pseudopodienmutterboden«, welcher die Markmasse[1]) von *C. inerme* unmittelbar umgiebt, bräunt sich sofort bei Behandlung des lebenden Thieres mit Ueberosmiumsäure und färbt sich nach längerer Einwirkung tiefschwarz, während die Marksubstanz ungefärbt bleibt. Die Masse des Mutterbodens bleibt dabei nicht im Zusammenhange, sondern zerfällt in zahlreiche grössere und kleinere Klümpchen von meist kugliger Gestalt (Dm. 0,004 bis 0,005 mm). Diese Klümpchen erscheinen in manchen Fällen gleichmässig durch reducirtes Osmium geschwärzt; meist aber bestehen sie aus einem stärker geschwärzten dicken Kugelmantel und einer weniger gefärbten Vacuole. Das vielverzweigte dichte Pseudopodiennetz, das vom Mutterboden ausgeht, wird durch die Ueberosmiumsäure vorzüglich fixirt. Es bleibt stets vollkommen farblos, enthält aber sehr zahlreiche, meist spindelförmige Stücke, die durch Einlagerung von Osmium ebenso stark geschwärzt worden sind, wie die Stücke des Pseudopodienmutterbodens (s. Taf. 4 Fig. 56).

Die Rindensubstanz von *C. inerme* besteht also aus zwei verschiedenen Substanzen, den feinen Pseudopodien, die bei Einwirkung von Ueberosmiumsäure ungefärbt bleiben, und dem Pseudopodienmutterboden, der durch Osmium stark geschwärzt wird. Die letztere Subtanz ist jedoch nicht auf den Pseudopodienmutterboden beschränkt, sondern findet sich auch in erheblicher Menge in den Pseudopodienbahnen. Aus später zu erörternden Gründen[2]) bezeichne ich die durch Osmium färbbare Substanz der Rindenschicht als Assimilationsplasma.[3])

Das Assimilationsplasma von *C. inerme* zeichnet sich ferner dadurch aus, dass es bei Jodbehandlung in bräunlich-violette, manchmal sogar reinviolette Stücke von ziemlich derselben Grösse und Gestalt, wie nach Einwirkung von Ueberosmiumsäure, zerfällt. Meist sind die Stücke nicht gleichartig gefärbt, sondern stellen Bläschen dar, deren Wand stärker als der

1) Mit diesem Ausdrucke bezeichne ich denjenigen Theil des Individuums, der von anderen Autoren Centralkapsel oder Centralkapselinhalt genannt worden ist, also die Marksubstanz mit ihren sämmtlichen Einschlüssen. Die bisher gebräuchlichen Ausdrücke sind nicht allgemein anwendbar, da bei manchen Arten die Centralkapselmembran fehlt.

2) s. unten bei Ernährung.

3) Ich würde gern die Einführung eines neuen Ausdruckes vermieden und eine Bezeichnung wie »Matrixsubstanz« gewählt haben; die Substanz findet sich aber keineswegs immer in dem Theile des Radiolarienindividuums, den Häckel Matrix oder Pseudopodienmutterboden genannt hat.

Inhalt gefärbt ist (Taf. 4 Fig. 59). Die Marksubstanz und die Substanz der feinen Pseudopodien werden durch Jod gelb gefärbt und zerfallen nicht in Klümpchen oder Bläschen. Ferner bildet das Assimilationsplasma nach Behandlung mit Sublimat kleine braune Stücke. Lässt man endlich Kalilauge auf lebende Kolonien von *C. inerme* einwirken, so bleibt das Assimilationsplasma als gleichartige, blassgelbe, dicke Schale tagelang erhalten, während die Marksubstanz sowohl als auch die feinen Pseudopodien sich allmählich fast vollständig auflösen.

Ausser bei *C. inerme* konnte ich Assimilationsplasma noch bei *C. fulvum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum* im Pseudopodienmutterboden und in den Pseudopodienbahnen nachweisen, und fand es ferner bei *Siphonosph. tenera* in eigenthümlicher, nachher zu schildernder Vertheilung. Bei allen diesen Arten zeigt das Assimilationsplasma ein im wesentlichen übereinstimmendes Verhalten; es schwärzt sich durch Ueberosmiumsäure (s. Taf. 4 Fig. 54, 55), widersteht der Einwirkung von Alkalien und färbt sich bräunlich bis violett bei Anwendung von Jodjodkalium.[1])

Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Substanz besteht in ihrer Neigung, bei Behandlung mit Reagentien, sowie bei gewissen Entwicklungsvorgängen in kleine Klümpchen oder Bläschen zu zerfallen. So nimmt das Assimilationsplasma aller Entwicklungsstadien der genannten Arten bei Behandlung mit Chromsäure eine blasige Structur und hellbraune Färbung an (s. Taf. 4 Fig. 58). Bei Einwirkung von Jodspiritus zerfällt das Assimilationsplasma sporenbildender Kolonien in kleine braune Klümpchen von 0,001—0,002 mm Dm. (Taf. 4 Fig. 60, 68), während dieselbe Plasmaschicht der vegetativen Kolonien bei der gleichen Behandlung im Zusammenhange bleibt und zuweilen einen streifigen Bau zeigt (Taf. 4 Fig. 57). Im letzteren Falle ist der äussere Contour des Mutterbodens oft so regelmässig und scharf, dass man zu der irrigen Annahme, der Mutterboden sei von einer derben Membran umgeben, verleitet werden könnte. Während des vegetativen Zustandes ist das Assimilationsplasma der lebenden Kolonie immer ziemlich gleichartig; bei Beginn der Schwärmerbildung jedoch zerfällt es stets in zahlreiche hyaline Stücke von 0,002—0,005 mm Dm. Die im Mutterboden liegenden Stücke backen noch einige Zeit zusammen und sind gewöhnlich von annähernd kugliger Form, während die in den Pseudopodienbahnen befindlichen glänzenden Stücke häufig eine spindelförmige Gestalt besitzen (Taf. 4 Fig. 62). Kurze Zeit vor dem Ausschwärmen der jungen Brut verwandeln sich die hyalinen Klümpchen in höchstens halb so grosse, stark glänzende, gelbbraune Kügelchen (Taf. 4 Fig. 71 Taf. 2 Fig. 25) und fallen aus einander. Auch in diesem Zustande färbt sich das Assimilationsplasma bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure schwarz.

Bei *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* vermisste ich während des vegetativen Zustandes die Centralkapselmembran vollkommen (s. u. p. 31, 32); die Markmasse war allem Anscheine nach unmittelbar von einem, besonders bei der ersteren Species sehr mächtigen Pseudopodienmutterboden aus Assimilationsplasma umgeben. Wegen des stärkeren Lichtbrechungsvermögens des Mutterbodens setzte sich derselbe von der Markmasse trotz der fehlenden Membran scharf ab.

1) Ueber das Verhalten des Assimilationsplasmas von *Siphonosph. tenera* gegen Jod vergl. auch unten bei »Ernährung«.

In den vegetativen Kolonien der Species *C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* habe ich eine plasmatische Substanz von ähnlichen Eigenschaften wie das Assimilationsplasma nicht auffinden können. Bei ihnen sind die beiden Plasmasubstanzen, Mark- und Rindensubstanz, durch die Centralkapselmembran scharf geschieden; sie zeigen zwar bezüglich ihrer vacuolaren und körnigen Einschlüsse oft erhebliche Unterschiede, scheinen aber dieselbe oder doch eine fast übereinstimmende Grundsubstanz zu besitzen.

Marksubstanz.

Die Marksubstanz stimmt in zwei sehr wesentlichen Eigenschaften mit der Rindensubstanz überein. Wenn man lebende Nester langsam zerdrückt, so zeigt die hervorquellende Marksubstanz stets eine fadenziehende Beschaffenheit. Ferner machen die grosse Formverschiedenheit und der häufige Gestaltwechsel der Nester von *Sph. neapolitanum* es sehr wahrscheinlich, dass die Marksubstanz ebenfalls — wenn auch vielleicht in geringerem Grade als die Rindensubstanz — contractil sei.

Das Vorhandensein oder Fehlen von schwach oder stark lichtbrechenden, feinen oder groben Körnern, das man gewöhnlich mit dem Ernährungszustande der Zelle in Beziehung zu bringen sucht, scheint mir vielmehr in erster Linie von dem Entwicklungszustande abhängig zu sein; doch gelang es mir bisher leider nicht, in dieser Hinsicht ein für alle Sphaerozoëen gültiges Gesetz aufzufinden. In den Figuren der Tafeln 2, 3 und 5, welche lebende Individuen verschiedener Entwicklungsstadien und verschiedener Species möglichst naturgetreu wiedergeben, habe ich die Körner in Anzahl, Vertheilung, Grösse und Stärke des Lichtbrechungsvermögens so dargestellt, wie sie in den lebenden Nestern vorhanden waren.

Bei *C. inerme* z. B. habe ich feine blasse Körnchen, wie die Figuren zeigen, in der Marksubstanz der verschiedenen Entwicklungszustände stets gefunden, dagegen waren die glänzenden groben Körner vorzugsweise in jugendlichen Individuen vorhanden, besonders in solchen, die grosse extracapsulare Körper besassen. In den extracapsularen Körpern selbst, sowie in den Anlagen der Makro- und Mikrosporen fehlten bei den darauf untersuchten Arten, *C. inerme*, *C. fulvum* und *Sph. neapolitanum*, die Körner gänzlich. Bei *C. pelagicum* und *Myxosph. coerulea* habe ich in vegetativen Individuen sehr zahlreiche feine Körnchen bemerkt, während in den krystallführenden Individuen nichts von Körnchen zu sehen war. *Sph. neapolitanum* dagegen besass auch während des vegetativen Zustandes, neben feinen, auch zahlreiche gröbere, stark glänzende Körner. *Sph. acuferum* zeigte in jugendlichen Individuen vorzugsweise vereinzelte gröbere Körner, in älteren Zuständen dagegen ausserordentlich zahlreiche, grössere und kleine Körnchen. Aehnlich verhielt sich *Sph. punctatum*. Auch *Acrosph. spinosa* besass in vegetativen Stadien sehr zahlreiche feine Körnchen. Die jungen Kolonien von *Collosph. Huxleyi* zeigten eigenthümlicher Weise ein sehr verschiedenartiges Verhalten. In einem Falle (Taf. 6 Fig. 27) waren sowohl die nackten, als die von einer Gitterschale umgebenen Individuen mit mässig

zahlreichen, feinen Körnchen versehen; in einem anderen Falle (Taf. 6 Fig. 28) besassen die nackten Individuen ausser feinen blassen auch grössere glänzende Körner; in einem dritten Falle (Taf. 6 Fig. 26) enthielten die mit Schale versehenen, in einem vierten Falle (Taf. 6 Fig. 25) endlich die nackten Nester fast allein sehr zahlreiche Körnchen, während die anderen Individuen nur wenige Körner führten. Bei den unter 3 und 4 angeführten Beispielen zeigten ausserdem die von einer kleinen, dicken Schale umgebenen Nester in dem einen Falle mehr, in dem anderen weniger Körnchen als die mit weit abstehender zarter Schale versehenen.

Wenn man eine Lösung von Bismarckbraun in Seewasser auf lebende Individuen von *C. inerme* einwirken lässt, so färben sich im lebenden Thiere die zahlreichen Markkörnchen tiefbraun. Bei Anwendung von Nitrotoluidin färbt sich dagegen nur die Oelkugel, die blassen Plasmakörnchen bleiben farblos. Endlich ist noch zu bemerken, dass ein Theil der Körner bei vegetativen und fructificativen Individuen von *Myxosph. coerulea* doppeltbrechend ist, und dass die grösseren Körner bei allen Species eine mehr oder weniger lebhafte Molecularbewegung zeigen.

Vacuolen fand ich besonders in der Marksubstanz der jungen Individuen von *Sph. punctatum* (Taf. 4 Fig. 53) und *Sph. neapolitanum* sowie in den noch schalenlosen Nestern von *Collosph. Huxleyi* (Taf. 4 Fig. 26). Kleinere Flüssigkeitsansammlungen bemerkte ich auch bei ausgewachsenen vegetativen oder mit Krystallen versehenen Exemplaren von *C. inerme*, sowie bei *Sph. acuferum* (Taf. 4 Fig. 22). Auch bei den anderen Arten bemerkt man häufig eine netzförmige Structur; dieselbe ist jedoch meist zu fein, als dass man mit Sicherheit entscheiden könnte, ob sie durch Vacuolen oder durch ein feines Fadensystem hervorgerufen wird. Bei den namhaft gemachten Species ist jedoch das Gerüst, das man auch in conservirten Individuen bemerkt, unzweifelhaft durch die in grosser Menge vorhandenen Vacuolen bedingt. Das geht namentlich daraus hervor, dass die kugligen Bläschen beim Hervorquellen der Markmasse in Folge leichten Druckes ihre Form und Grösse beibehalten, aber schnell und recht erheblich ihre Lage zu einander und zur körnigen Zwischensubstanz verändern. Sie verhalten sich in dieser Hinsicht ebenso, wie die stets grösseren, in das Plasma eingelagerten Zellkerne.

Die stark glänzenden, groben Markkörner befinden sich z. Th. in der Zwischensubstanz der Vacuolen, z. Th. aber auch in den Vacuolen selbst, und zeigen im letzteren Falle eine besonders lebhafte tanzende Bewegung. Bei Individuen von *C. inerme* (Taf. 5 Fig. 2) und *Siphonosph. tenera* (Taf. 5 Fig. 12), die im Begriff waren Krystallschwärmer zu produciren, bemerkte ich in der Nähe der Oelkugel eine doppelte Lage von ansehnlichen Vacuolen, in denen ein grosses, stark glänzendes, verschieden gestaltetes Korn sich befand. Das Verhältniss dieser Vacuolen und ihrer Einschlüsse zu den in Bildung begriffenen Schwärmern habe ich leider bisher noch nicht feststellen können.

Wie ich unten zeigen werde, sind die einzelnen Inhaltsbestandtheile der Marksubstanz sehr regelmässig angeordnet und finden sich in demselben Entwicklungsstadium stets an derselben Stelle. Ich vermuthe, dass die Marksubstanz entsprechend ihren beiden wichtigsten Einschlüssen — den Oelkugeln und den Kernen — in 2 etwas von einander verschiedene

Plasmamassen gesondert ist, von denen die innere die Oelkugel unmittelbar umgiebt und bei der Schwärmerbildung die eben erwähnten Vacuolen mit je einem Korn, bei manchen Arten auch Pigmentkörner oder grosse Krystalle bildet, während der äussere Theil der Marksubstanz die Kerne einschliesst (cf. Taf. 6 Fig. 21).

Rindensubstanz.

Die Rindensubstanz oder extracapsulare Sarkode, die — wie oben erwähnt — bei gewissen Arten sich aus 2 verschiedenen Substanzen (Assimilationsplasma und Pseudopodienplasma) zusammensetzt, besteht immer aus einem mehr oder weniger dicken Pseudopodienmutterboden, der die Kapselmembran bezw. die Markmasse unmittelbar umgiebt, und den Pseudopodien. Die letzteren stellen ein vielverzweigtes Netz aus gewöhnlich sehr feinen Fäden dar, das die sämmtlichen Individuen der Kolonie untereinander und mit den Vacuolen, die von einer mehr oder weniger dünnen Schicht von Rindensubstanz überzogen sind, verbindet. Die Körnchenströmung in den Pseudopodien und die fortwährenden Veränderungen der Pseudopodiengestalt sind so häufig und so eingehend geschildert worden, dass ich darauf nicht näher einzugehen brauche, um so weniger, als Häckel's Studien an Radiolarien bereits ergeben haben, dass das Plasma der Radiolarien sich in dieser Hinsicht wesentlich ebenso verhält, wie das Plasma anderer Thiere und der Pflanzen. Bei starker mechanischer Reizung fliessen die Pseudopodien blitzschnell zu grossen Tropfen zusammen; besteht der Reiz längere Zeit fort, so werden die Nester zu Klumpen zusammengezogen. Die Bewegungen der Pseudopodien bedingen überhaupt alle in der Kolonie stattfindenden Lageveränderungen der Theile zu einander; sie verändern die Lage der Individuen, veranlassen die Veränderungen in der Form und Grösse der Vacuolen, sorgen für den Transport der assimilirten Nahrung von einem Individuum zum anderen, gleichen die Menge der gelben Zellen bei den verschiedenen Individuen einer Kolonie aus und sind die Veranlassung dafür, dass die sämmtlichen Individuen der Kolonie sich stets in gleichem Ernährungs-, Entwicklungs- und Reizzustande befinden.

Die Anordnung der Pseudopodien ist bei den verschiedenen Arten im allgemeinen übereinstimmend, jedoch bei allen beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Besondere Eigenthümlichkeiten zeigen *C. pelagicum* und *Siphonosph. tenera*. *C. pelagicum* ist durch den Besitz von verhältnissmässig sehr dicken Pseudopodien ausgezeichnet, die vom Pseudopodienmutterboden aus radiär ausstrahlen und in einiger Entfernung von dem Neste sich in ein feines Geflecht auflösen, um mit den feinen Verzweigungen der von den Nachbarnestern ausgehenden Pseudopodien in Verbindung zu treten (Taf. 2 Fig. 3). Bei *Siphonosphaera* ist die Rindensubstanz in sehr eigenthümlicher Weise angeordnet. Das Assimilationsplasma, das bei anderen Arten als »Pseudopodienmutterboden« in der unmittelbaren Umgebung der Markmasse vorhanden ist, findet sich bei *Siphonosphaera* in Form von Klumpen, deren Grösse etwa der eines Nestes entspricht (Taf. 1 Fig. 42 *c. A. P.*, Taf. 2 Fig. 27). Je ein solcher Klumpen liegt in der Mitte von 2—4 oder 5 Nestern, die durch feine Pseudopodien mit ihm zusammenhängen und ausserdem

Fäden nach den benachbarten Haufen von Nestern entsenden. Bei den übrigen Arten befindet sich gewöhnlich zwischen den Individuen ein mehr oder weniger dichtes Netzwerk von Pseudopodien, das auch mit der plasmatischen Wand der Vacuolen in Verbindung steht. Nur die im äusseren Theile der Kolonie befindlichen Pseudopodien strahlen in der Regel unverzweigt und ohne zu anastomosiren als parallele Fäden nach der Gallertoberfläche aus (Taf. 4 Fig. 69).

In dem Vorhandensein oder Fehlen der Körner im Plasma der Sphaerozoëen besteht ein wichtiger Unterschied zwischen der Marksubstanz und der Rindensubstanz. In den meisten Fällen lassen sich bei Untersuchung mit Seibert's System 4 oder 5 keine Körner in den Pseudopodien oder im Mutterboden auffinden, auch dann nicht, wenn die Marksubstanz zahlreiche Körner enthält. Umgekehrt finden sich zuweilen zahlreiche Körner im Aussenplasma, wenn die Innenmasse der Individuen gar keine Körner aufweist.

Bei *C. inerme*, *C. fulvum* und *Sph. acuferum* fand ich in den verschiedenen Entwicklungsstadien entweder gar keine Körnchen oder nur feine blasse und meist ganz vereinzelte Granula in der Rindensubstanz. Aehnlich war es bei *C. pelagicum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum*, bei denen ich aber zuweilen glänzende Stücke in den Pseudopodien beobachtete. *Myxosph. coerulea* liess in vegetativen Zuständen einige glänzende Körner und grössere Stücke erkennen; in krystallführenden Exemplaren fanden sich sogar oft zahlreiche glänzende und blasse Körnchen, sowie glänzende, meist kuglige Stücke im Pseudopodienmutterboden. *Acrosph. spinosa* zeigte in vegetativen Kolonien einige feine, blasse Körnchen in den Pseudopodien. *Collosph. Huxleyi* besass in jugendlichen Kolonien häufig gar keine, zuweilen aber auch ziemlich zahlreiche, glänzende und blassere Körner. In vegetativen Zuständen fanden sich nur sehr wenige feine Körnchen, aber ziemlich zahlreiche glänzende Stücke, und in blauen, krystallführenden Kolonien endlich bemerkte ich zahlreiche glänzende Körner. Nur bei *Siphonosph. tenera* (Taf. 2 Fig. 27) fand ich in allen lebend untersuchten Exemplaren, die aber sämmtlich ältere vegetative oder reproductive Entwicklungszustände repräsentirten, viele Körner. Sie waren verschieden gross, verschieden geformt und in verschiedenem Grade lichtbrechend und fanden sich theils in den Pseudopodien, theils in den Klumpen von Assimilationsplasma, während sie im Centralkapselinhalt gänzlich fehlten.

Die Untersuchung mit sehr starken Systemen ergiebt freilich, dass das Plasma auch in den Fällen, wo man die Körnchen vermisste, nicht ganz homogen ist, doch sind die Körnchen so ausserordentlich fein und im Lichtbrechungsvermögen der Grundsubstanz, in die sie eingebettet sind, so ähnlich, dass man sie nur mit Mühe erkennt. Die Pseudopodien enthalten sogar oft auch grosse Körner, die jedoch mit dem umgebenden Plasma im Lichtbrechungsvermögen so sehr übereinstimmen, dass sie erst durch Färbung sichtbar gemacht werden können. Bei jungen Exemplaren von *C. inerme*, in deren Pseudopodien ich mit starken Vergrösserungen nur undeutlich einige blasse Körner wahrnahm, traten nach Behandlung mit einer Lösung von Bismarckbraun in Seewasser zahlreiche grosse, braun gefärbte Körner in der ganzen Rindensubstanz — im Mutterboden, in den Pseudopodien und den Vacuolenwänden — gleichzeitig auf. Die Plasmaströmungen dauerten auch nach der Einwirkung der Farbstoff-

lösung fort, wie man an der bald gleichmässig gleitenden, bald ruckweisen Fortbewegung der gefärbten Körner in den Pseudopodien erkennen konnte. Interessanter Weise wurden die Körner der Rindensubstanz erst gefärbt, als die zahlreichen glänzenden Körner der Marksubstanz schon längst eine tiefbraune Färbung angenommen hatten. Hieraus geht deutlich hervor, dass in diesen Fällen die Körner der Rindensubstanz sich chemisch anders verhielten als die Körner der Marksubstanz. — In Bezug auf die Grundsubstanz vermochte ich zwischen der Marksubstanz und dem pseudopodienbildenden Theil der Rindensubstanz — ich sehe hier von dem chemisch ganz verschiedenen Assimilationsplasma ab — keinen Unterschied aufzufinden und vermuthe daher, dass die Pseudopodien aus sehr ähnlichem Plasma bestehen, wie die Marksubstanz. Als unmittelbare Fortsetzung der Marksubstanz wird man jedoch die Pseudopodien der Rindensubstanz nicht bezeichnen können. Das Fehlen der Körner in der Rindensubstanz,[1]) wenn die Marksubstanz von Körnern ganz durchsetzt ist, und umgekehrt das Vorhandensein von zahlreichen Rindensubstanz-Körnern bei völliger Abwesenheit von Markkörnern, sprechen dafür, dass die Rindensubstanz nicht allein räumlich von der Marksubstanz geschieden ist, sondern dass ihr Plasma auch von der Marksubstanz etwa in demselben Grade verschieden ist wie Mark- und Rindensubstanz bei *Actinosphaerium*. Auch das Verhalten der Mark- und Rindensubstanz-Körner bei Behandlung lebender Kolonien mit Bismarckbraun ist ein Zeichen dafür, dass die Einschlüsse und damit auch die Grundsubstanz selbst in Mark und Rinde verschieden sind. Der Schluss, dass zwei plasmatische Substanzen verschieden sind, wenn ihre Körner wesentlich verschieden sind, wäre unstatthaft, wenn diese Körner nur zufällige Einschlüsse des Plasmas wären. Die oben mitgetheilten Beobachtungen machen es jedoch sehr wahrscheinlich, dass das Auftreten und Verschwinden der Markkörner zu dem Wechsel, den die Zusammensetzung und die Beschaffenheit der Marksubstanz im Verlaufe der Entwicklung durchmacht, in directer Beziehung steht. Der allgemein verbreiteten Ansicht, dass das reichliche Vorkommen von Markkörnern als ein Anzeichen des besonders guten Ernährungszustandes der Individuen anzusehen ist, kann ich mich nicht anschliessen. Es wäre wenigstens nicht einzusehen, warum die verschiedenen Entwicklungszustände einer Species in Bezug auf die Ernährung durchgreifende Unterschiede zeigen sollen. Die in der Rindensubstanz vorhandenen Körner rühren z. Th. unzweifelhaft von der aufgenommenen Nahrung her, z. B. kommen, wie ich unten zeigen werde, Stärkekörner in ihr vor; doch besteht möglicherweise auch bezüglich der Rindensubstanz eine Beziehung zwischen dem Vorhandensein oder Fehlen der Körner und den Entwicklungsvorgängen.

Aus den angegebenen Gründen halte ich es für wahrscheinlicher, dass das Plasma der Sphaerozoëen nicht eine gleichartige Substanz darstellt, sondern sich aus mindestens zwei Substanzen, der Mark- und Rindensubstanz, zusammensetzt. Bei der Hälfte der zur Untersuchung gelangten Species ist die Rindensubstanz aus zwei Substanzen, dem Pseudopodienplasma und dem Assimilationsplasma, zusammengesetzt, von denen das erstere im wesentlichen der gesammten Rindensubstanz der anderen Arten entspricht.

1) Von den äusserst feinen, nur bei starker Vergrösserung erkennbaren Körnchen sehe ich hier ab.

Endlich habe ich noch in einigen Fällen eine weitere Differenzirung des Plasmas bemerkt. In jungen Collozoen, namentlich *C. pelagicum*, und in Kolonien von *Acrosph. spinosa* fand sich häufig in dem Pseudopodiennetz eine grosse Ansammlung von Plasma, die entweder ziemlich kuglige Massen oder dünne Platten mit fein ausgezogenen Spitzen bildete und sich durch den Besitz von ausserordentlich zahlreichen, feinen, bräunlichen Körnchen auszeichnete. Die Pseudopodien standen mit den Fortsätzen der geschilderten Plasmamasse in directem Zusammenhang, unterschieden sich aber durch grösseres Lichtbrechungsvermögen und durch den Mangel der Körnchen von diesen (Taf. 4 Fig. 64). Statt einer einzigen solchen Masse waren in manchen Kolonien auch 2—4 vorhanden. Bei Kolonien, die einige Zeit ungestört geblieben waren, traten am Rande der geschilderten Plasmamasse kleine Vacuolen auf, die sich zusehends vergrösserten, ohne dass dabei eine erhebliche Abnahme der Plasmamasse zu bemerken gewesen wäre. Ich möchte daher vermuthen, dass dieses Plasma bei der Bildung der Vacuolen eine hervorragende Rolle spielt.

2. Kerne.

Die Kerne der Sphaerozoëen wurden von Häckel (5) entdeckt und genau beschrieben, jedoch erst von Hertwig (15) richtig gedeutet. Vor Häckel machte Huxley (2 p. 434) bereits die Angabe, dass die Oelkugel der Sphaerozoëen von Körnern umlagert ist, welche zuweilen zellenförmig erschienen. Wahrscheinlich sind damit Häckel's »wasserhelle Bläschen« gemeint. Ausserdem deutet zwar Müller (3 Taf. 8 Fig. 2. 3) die »wasserhellen Bläschen« in den Abbildungen von *Sphaerozoum* an, erwähnt ihrer aber nicht im Text. Häckel (5 p. 71) macht folgende Angaben: »In der Centralkapsel aller Radiolarien ohne Ausnahme findet sich eine grosse Anzahl kleiner, runder, meistens kugeliger, wasserheller Bläschen, welche bei vielen Arten die Hauptmasse des Inhalts bilden, und bei einigen denselben fast allein zusammensetzen. Nur bei den farblosen oder wenig gefärbten oder ziemlich durchsichtigen Centralkapseln, wie z. B. von . . . *Collozoum*, *Sphaerozoum*, *Collosphaera* sind sie ohne weiteres sichtbar.« »Sehr auffallend ist ihre sehr constante Grösse, welche fast bei allen Radiolarien 0,008 mm, selten mehr (bis 0,01 mm) oder weniger (bis 0,005 mm) beträgt. Namentlich innerhalb derselben Art sind alle Bläschen völlig gleich.« »Sie scheinen stets aus einer sehr zarten Membran und einem wasserklaren, vollkommen durchsichtigen Inhalt zu bestehen. Ausserdem enthält jedes Bläschen sehr häufig, vielleicht immer, ein wandständiges (seltener 2—3) kleines, dunkles, wie fettglänzendes Körnchen eingeschlossen, welches zuweilen stäbchenförmig verlängert erscheint und höchstens 0,001 mm Grösse erreicht. Doch ist es in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob das dunkle Körnchen wirklich innerhalb, oder nicht vielmehr aussen auf dem Bläschen aufliegt.« »Aehnliche Körnchen (wie in den wasserhellen Bläschen) scheinen auch in der zähen, schleimigen Flüssigkeit zwischen den Bläschen, in der intracapsularen Sarkode zerstreut zu sein.« »Ob die Bläschen mit ihrem Körnchen eine kleine Zelle mit Zellenkern darstellen, lässt sich jetzt noch nicht entscheiden«; doch machen einige Thatsachen es Häckel sehr wahrscheinlich, »dass sie in der That als Zellen, und zwar als zur Fortpflanzung dienende Keime junger Thiere (Eier oder Keimzellen?) anzusehen sind.« Für ihre Zellnatur sprechen die auffallend constante Grösse dieser Gebilde und das häufige Vorkommen von bisquitförmig eingeschnürten Formen, »welche sich auf Theilung beziehen lassen.« Statt des gewöhnlichen einfachen oder doppelten Körnchens waren zuweilen deren mehrere, 6—8, selbst bis zu 10 in den Bläschen vorhanden. »Bei den Sphaerozoen und Thalassicollen wurde noch zeitweise eine besondere Neigung der Bläschen bemerkt, sich zu 5—10 in kleine Träubchen zu gruppiren, was vielleicht mit einer weiteren Entwicklung derselben zusammenhängt.« Nicht mit den wasserhellen Bläschen zu verwechseln sind gewisse Gebilde, welche Häckel ausserdem fand und als Kerne deutete. Er spricht (p. 106) von der »bedeutenden Anzahl von Zellenkernen, welche bei manchen Radiolarien in der Sarkode, sowohl im Mutterboden und auf den Pseudopodien, als auch innerhalb der

Kapsel, zerstreut sind«, und beschreibt die extracapsularen Kerne (bei *Thalassolampe*) als »länglich runde Gebilde von 0,01—0,02mm Länge«, »welche ganz den Habitus gewöhnlicher Zellkerne zeigten: einen blassen, aber scharfen und deutlichen Contour und einen fein granulirten Inhalt, in dem sich ein grösseres, dunkleres, fettartig glänzendes Körperchen (Nucleolus) auszeichnete. Auch eingeschnürte Formen, welche sich auf Theilung beziehen lassen«, hat er zuweilen bemerkt. — In einer späteren Arbeit (12 p. 529) stellt Häckel alle diejenigen Theile des Radiolarienkörpers zusammen, welche er als »unzweifelhafte Zellen« ansieht: die gelben Zellen, die wasserhellen Bläschen (»Fortpflanzungszellen« oder »Sporen«), die intracapsularen Pigmentzellen und die Alveolenzellen. An einer anderen Stelle (12 p. 521) bezeichnet er die wasserhellen Bläschen als echte kernhaltige Zellen. — Dönitz (13 p. 80) spricht die wasserhellen Bläschen als »Flüssigkeitsansammlungen in der Masse der protozootischen Substanz« an und identificirt sie mit den extracapsularen Alveolen (Vacuolen). An manchen Exemplaren von *Collozoum* (p. 77) waren die intracapsularen Bläschen so dicht an einander gedrängt, »dass sie sich gegen einander abplatteten und Polyeder bildeten«. —

Die Untersuchungen, welche Hertwig (15 p. 14) an den »wasserhellen Bläschen« der Sphaerozoëen anstellte, ergaben folgende Resultate: »Die fraglichen Gebilde sind keine Bläschen, sondern solide Körper. Sie bestehen aus einer mattgrauen, völlig homogenen Substanz, die sich häufig kaum vom umgebenden Protoplasma unterscheiden lässt.« Bei Anwendung von Reagentien verhält sich diese Substanz ganz wie Kernsubstanz. »In Chromsäure gerinnt sie je nach der Einwirkung homogen oder körnig, ferner gerinnt sie in Osmiumsäure und dünner Essigsäure und nimmt in Carmin und Haematoxylin eine intensivere Färbung an als das umgebende Protoplasma.« Eine besondere Membran konnte Hertwig nicht unterscheiden und glaubt die Existenz derselben sicher in Abrede stellen zu können. Ebenso wenig konnte er im Innern der Körperchen irgend welche Einschlüsse nachweisen. Die Körnchen, welche Häckel beschreibt, liegen nach Hertwig ausserhalb. »Wenn man gleichwohl den Eindruck gewinnt, als ob Körnchen und wasserhelle Bläschen zusammengehören, so rührt dies einmal von der gleichmässigen Vertheilung beider Theile durch das Innere der Centralkapsel her, welche zur Folge hat, dass immer im Umkreis eines wasserhellen Bläschens 2—3 Körnchen in sehr regelmässiger Weise zu lagern kommen; dann aber auch von der dichten Anlagerung der Körnchen an die einzelnen Bläschen. Ganz zweifellos ausserhalb gelagert sind die stäbchenförmigen Körper.« Auf diese Beobachtungen gestützt, trägt Hertwig (p. 15) kein Bedenken, »die sogenannten Bläschen für unzweifelhafte Kerne zu erklären, welche zur intracapsulären Sarkode gehören, wie die Kerne einer Riesenzelle zum Protoplasma derselben. Von besonderem Interesse ist hierbei, dass die Kerne stets dasselbe Aussehen gewähren und niemals die mancherlei Differenzirungen erkennen lassen, welche wir bei den ausgebildeten Kernformen der meisten Organismen vorfinden. Die Kerne der Radiolariencentralkapsel verharren in allen Stadien der Entwicklung auf der Stufe der Ausbildung, welche man aus früher und an einem anderen Ort dargelegten Gründen für die primitivste zu halten berechtigt ist.« »Die Anzahl der Kerne, welche in einer Centralkapsel vorkommen, ist eine sehr wechselnde. In extremen Fällen füllen sie den Binnenraum der Centralkapsel fast allein aus, und nur spärliche Reste der intracapsulären Sarkode sind in Form einer dünnen Schicht auf der Innenseite der Centralkapselmembran und als netzförmige feine Stränge im Innern zwischen den Bläschen nachweisbar; in anderen Fällen ist die Zahl der Kerne eine beschränkte. Dieselben bilden dann einen im Centrum der Centralkapsel gelagerten Haufen. Die Grösse der Kerne steht hierbei im umgekehrten Verhältniss zu ihrer Anzahl. Je mehr Kerne vorhanden sind, um so kleiner sind im Allgemeinen ihre Durchmesser.« Nach seinen Messungen »schwankt die Grösse der Kerne sehr beträchtlich von 0,008 bis zu ungefähr 0,015mm. Schliesslich verdient noch hervorgehoben zu werden, dass kleine Centralkapseln meistentheils spärliche Kerne von beträchtlicher Grösse umschliessen, dass mit dem Wachsthum der Kapsel die Grösse der Kerne abnimmt und ihre Zahl sich vermehrt.« »Die Formen der Kerne sind sehr verschieden. Meistentheils sind sie, wie Häckel mit Recht angiebt, rundlich oder oval; indessen können sich die Kerne an Stellen, wo sie dicht gelagert sind, polyedrisch gegen einander abplatten, wie es Dönitz (l. c. p. 77) schildert. Häufig begegnet man Formen, welche sich nur durch Annahme eines Theilungsprocesses erklären lassen. Aus derselben Centralkapsel isoliren sich beim Zerzupfen alle möglichen Uebergangsformen von kreisrunden zu ovalen Kernformen; die ovalen Kernformen sind dann meist doppelt so gross als die runden. Weiterhin findet man die verschiedensten Stufen einer bisquitförmigen Einschnürung der Kerne bis zu fast völliger Trennung derselben in zwei Hälften. Combiniren wir alle diese Bilder, so kommen wir zu dem Resultat, dass die kleinen, runden

Kerne zu grösseren ovalen Formen heranwachsen, dass dann diese durch einfache Zweitheilung wiederum in zwei runde Kerne zerfallen.« Es gelang ihm nicht, »bei den Kernen, welche so offenbar in Theilung begriffen waren, eine ähnliche streifige Differenzirung nachzuweisen, wie sie neuerdings von den Kernen thierischer und pflanzlicher Objecte beschrieben worden sind.« — In seiner zweiten Abhandlung über Radiolarien fügt Hertwig (17 p. 30) nur wenig Neues über die Kerne der Sphaerozoëen hinzu. Er beobachtete einkernige Zustände verschiedener Species. Der Weichkörper war dabei schon völlig entwickelt und bei den Skelet führenden Arten auch bereits mit einem Skelet versehen. In einem Punkte widersprechen sich die Angaben Hertwig's. Bei Schilderung der einkernigen Stadien sagt er (p. 31): »Die Kerne sind bald kugelig, bald wurstförmig verlängert und gleichen den Nuclei der Infusorien, indem sie wie diese vollkommen homogene, von einer dünnen Membran umhüllte Körper sind«, während er p. 30 in der allgemeinen Schilderung die Kerne als »homogen und membranlos« bezeichnet. — Brandt (18 p. 391) zeigt, dass die Kerne der Sphaerozoëen bis zum Beginn der Schwärmerbildung homogen und einfachbrechend sind, während sie bei Bildung von Krystallschwärmern doppeltbrechend werden und in den Anlagen der bohnenförmigen Schwärmer, sowie in sämmtlichen reifen Schwärmern und den extracapsularen Körpern stets in zwei unterscheidbare Substanzen differenzirt sind, von denen die eine nur schwach, die andere aber sehr stark durch Kernfärbungsmittel tingirt wird. Die letztere Substanz tritt in Form von Körnern oder Fäden auf, die in manchen Fällen ein deutliches Gerüst bilden.

An lebenden Individuen die Zellkerne zu studiren, ist meist ziemlich schwierig, weil das Lichtbrechungsvermögen der Kernsubstanz in der Regel nur wenig stärker ist als das der Marksubstanz und weil ausserdem oft stark glänzende Plasmakörner die Kerne grossentheils verdecken. Nur in manchen Fällen lassen sich die Kerne auch im lebenden Thier sehr schön erkennen, besonders bei gewissen Entwicklungszuständen von *Sph. Häckeli* (Taf. 3 Fig. 10). Wie bei anderen Sphaerozoëen ändert sich aber das Lichtbrechungsvermögen und der Körnergehalt der Marksubstanz auch bei *Sph. Häckeli* mit den Entwicklungsstadien so beträchtlich, dass man von den sonst sehr deutlichen Kernen zuweilen gar nichts erkennen kann.

In solchen Fällen kann man sich aber mit voller Sicherheit von dem Vorhandensein der Kerne überzeugen, wenn man, statt der lebenden, abgetödtete und mit Kernfärbungsmitteln tingirte Individuen untersucht. Die Verfahren, deren ich mich zur Abtödtung und Conservirung bediente, habe ich oben bereits ausführlich geschildert. Für Kernstudien an Sphaerozoëen empfehlen sich von den Abtödtungsmitteln besonders Jodspiritus und Chromsäure oder Pikrinsäure, während Ueberosmiumsäure und namentlich auch Sublimat weniger günstige Resultate geben. Bei Anwendung von Sublimat ist die schlechte Fixirung der Kerne besonders auffallend, da für andere Thiergruppen das Sublimat vorzügliche Dienste leistet und auch in den Radiolarienkolonien die Kerne der gelben Zellen in der schönsten Weise fixirt. Die Kernsubstanz der Sphaerozoëen wird oft vollkommen diffus bei Einwirkung von Sublimat; in anderen Fällen sind die Kerne zwar noch der Form nach erhalten, doch sind sie weniger deutlich von einander abgegrenzt als im Leben und als nach Behandlung mit Jodspiritus oder Chromsäure. Zur Färbung verwendete ich wässrige Haematoxylin-Lösung oder Dahlia oder die verschiedenen von Grenacher angegebenen Carminfärbungsmittel oder endlich P. Mayer's alkoholische Cochenille-Lösung. Die brauchbarsten Resultate gab bei den Sphaerozoëen die Färbung mit Haematoxylin; nur bei *Collosph. Huxleyi* ist wegen der geringen Durchlässigkeit der Membran Grenacher's Alkohol-Carmin vorzuziehen.

Die Kerne der verschiedenen Sphaerozoëen färben sich bei vollkommen gleicher Be-

handlungsweise verschieden intensiv. Das kann entweder daran liegen, dass die Kerne in dem einen Falle reicher an chromatischer Substanz sind als in dem andern, oder aber daran, dass die chromatische Substanz bei den verschiedenen Arten verschieden ist. Vermuthlich ist die zweite Annahme richtiger, da die Farbennüancen besonders bei Anwendung von Haematoxylin recht verschieden sind und die Kerne bei manchen Species fast reinblau, bei anderen rothviolett gefärbt werden.

Das Studium abgetödteter und gefärbter Präparate ergab zunächst eine vollkommene Bestätigung der Angabe Hertwig's, dass die Kerne auf die Marksubstanz beschränkt sind und dass in den extracapsularen Theilen sich gar keine Kerne finden. Der entgegengesetzten Angabe Häckel's kann insofern nur geringes Gewicht beigelegt werden, als er Kerntinctionen 1862 noch nicht in Anwendung brachte. Ohne dieselben ist es aber unmöglich mit Sicherheit zu entscheiden, ob die in der Rindensubstanz vorhandenen Bläschen, die in der Grösse und in ihrem ganzen Aussehen den »wasserhellen Bläschen« der Marksubstanz sehr ähnlich sind, Kernsubstanz enthalten oder nicht. Gerade in solchen Fällen bietet die Untersuchung am lebenden Thier keine genügenden Anhaltspunkte, während mit Hilfe specifischer Färbungsmittel ein sicheres Resultat erhalten werden kann, allerdings auch nur dann, wenn man durch sorgfältiges Auswaschen allen nur mechanisch anhaftenden Farbstoff beseitigt.

Ausserdem konnte ich mich von der Richtigkeit einer weiteren, im Gegensatz zu Häckel ausgesprochenen Angabe Hertwig's überzeugen. Die Kerne sind nicht Bläschen, wie Häckel annahm, sondern membranlose Kugeln, die grossentheils aus Kernsubstanz bestehen. Die äusserste Schicht erscheint dichter und wird bei tief eingeschnürten, in Theilung begriffenen Kernen meist stärker gefärbt als die Innenmasse; eine differente Membran liess sich jedoch in keinem Falle nachweisen. Die Körner, die Häckel in den wasserhellen Bläschen zu sehen glaubte, liegen auf und zwischen den Kernen und z. Th. auch in den Vacuolen der Marksubstanz, die Häckel wohl ebenfalls als wasserhelle Bläschen angesehen hat.

Bezüglich der Structur der Kerne kann ich mich Hertwig nicht gänzlich anschliessen. Die Kerne sind nur in den vegetativen Entwicklungszuständen homogen und lassen in den reproductiven Stadien Differenzirungen erkennen, die sich bei der Bildung der Isosporen in der starken Doppelbrechung der Kerne, bei der Bildung der Anisosporen und in den extracapsularen Körpern in einer deutlichen Sonderung von stärker und schwächer färbbarer Substanz äussern.

Homogene Kerne der vegetativen Zustände.

In den jungen und alten vegetativen Zuständen habe ich bisher stets homogene Kerne gefunden; sobald Differenzirungen in ihnen wahrgenommen wurden, konnte auch stets an verschiedenen Kennzeichen das Beginnen des reproductiven Zustandes nachgewiesen werden. Die Zahl der Kerne hängt von dem Alter der Kolonie ab und steht während des vegetativen Zustandes stets in einem gewissen Verhältniss zur Grösse der Individuen. Bei *Sph. acuferum*

z. B. ist die Anzahl der Kerne (Taf. 4 Fig. 22) im Vergleich zu anderen Arten ausserordentlich gering. Solange nur ein Kern oder sehr wenige Kerne vorhanden sind, liegen dieselben im Centrum bezw. in der Nähe des Centrums der Individuen (Taf. 4 Fig. 27*c*, 29*f*). Wenn sie zahlreicher werden, rücken sie nach der Peripherie der Marksubstanz zu und lagern sich in gleichmässigen Abständen von einander in einer Zone, die näher der Marksubstanz-Oberfläche als dem Centrum ist. Bei der Zunahme ihrer Anzahl bleiben die Kerne in dieser Zone und bilden entweder eine einfache oder zwei dicht beisammen liegende Schichten.

Auch bei der Theilung der homogenen Kerne ist von Fäden und Körnern nichts zu erkennen (Taf. 5 Fig. 16, 29*b*, 39, 44). Das Studium conservirter Kolonien ergiebt, dass bei der Zweitheilung der Kern sich in die Länge streckt, biscuitförmig und dann hantelförmig wird und durch allmähliches Dünnerwerden des Mitteltheiles schliesslich in zwei gleiche Hälften zerfällt. Das Verbindungsstück der beiden Tochterkerne erscheint in gefärbten Präparaten meist schlauchförmig und besteht aus einer stark gefärbten Wand und fast ungefärbtem Inhalt. Man erhält von dem Verlaufe der Kerntheilung ein genaues Bild, weil in den Individuen einer Kolonie meist ein sehr bedeutender Theil der Kerne in Theilung begriffen ist, so dass bei der Abtödtung die verschiedensten Theilungsstadien fixirt werden.

An den Individuen junger vegetativer Kolonien von *Collosph. Huxleyi* (Taf. 4 Fig. 30, 31), *Siphonosph. tenera* (Taf. 4 Fig. 44, 28) und *C. pelagicum* (Taf. 4 Fig. 36, 38) beobachtete ich zuweilen eine Erscheinung, über deren Bedeutung ich bisher nicht ins Klare gelangen konnte. Die Marksubstanz der betr. Individuen enthielt ausser homogenen Kernen noch eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Körnern, die in ihrem Verhalten gegen Farbstoffe genau mit den Kernen übereinstimmten. Diese Nucleinkörner waren in den mit Gitterschale versehenen Individuen von *Collosph. Huxleyi* ziemlich gross und erschienen im optischen Durchschnitt ringförmig, während in den nackten Individuen zahlreichere und feinere Nucleinkörnchen sich fanden.

Doppeltbrechende Kerne der Isosporen.

Im Verlaufe der Isosporen-Bildung bleiben die Kerne anscheinend vollkommen homogen; weder im Leben noch nach Abtödtung und Färbung lassen sich Kernfäden in ihnen erkennen. Untersucht man sie jedoch im polarisirten Lichte, so zeigen sie stets eine starke Doppelbrechung, während die Kerne der jüngeren vegetativen und der in Anisosporen-Bildung begriffenen Individuen[1]) einfach brechend oder doch nur ganz schwach doppeltbrechend sind. Am stärksten doppeltbrechend sind die Kerne der Isosporen selbst, die zugleich eine undeutliche Differenzirung von stärker und schwächer färbbarer Kernsubstanz erkennen lassen. Die Doppelbrechung hört sofort auf, wenn die Kerne beim Zerquetschen der Individuen in Meerwasser gelangen oder wenn man die Isosporen-bildenden Individuen in Glycerin einlegt, da-

1) Die Anisosporen-bildenden Zustände der Collosphaeriden sind bisher noch nicht im polarisirten Lichte untersucht worden.

gegen ist sie in den Balsampräparaten fast ebenso stark wie im Leben. Die Doppelbrechung der Kerne während der Isosporen-Bildung ist höchst wahrscheinlich der Ausdruck für eine sehr feine Differenzirung, die mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln nicht erkennbar ist.

Differenzirte Kerne der Anisosporen und der extracapsularen Körper.

Gegenüber den vegetativen Zuständen sind die in Anisosporen-Bildung begriffenen Individuen und die extracapsularen Körper durch den Besitz von differenzirten Kernen ausgezeichnet. Der Einwand, dass diese Verschiedenheit durch die Behandlungsweise bedingt sei, ist nicht zutreffend. Durch die Abtödtung und die nachfolgende Behandlung mit Farbstoffen, Alkohol etc. treten allerdings recht augenfällige Veränderungen ein. Ein Vergleich der auf Taf. 2, 3 und 6 dargestellten Figuren nach dem Leben mit den auf Taf. 4, 5 und 6 nach Balsampräparaten bei derselben Vergrösserung gezeichneten Figuren ergiebt sofort, dass eine Schrumpfung der Marksubstanz und eine erhebliche Grössenabnahme der Kerne bei der Abtödtung stattfindet; doch liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass die Structur der Kerne wesentlich verändert wird. Gegen eine solche Annahme spricht, dass die genannten reproductiven Zustände stets die Differenzirung der Kerne zeigen, die vollkommen ebenso behandelten vegetativen Zustände jedoch nicht, und ferner, dass auch bei Untersuchung lebender Individuen derselbe Unterschied der Kerne verschiedener Entwicklungszustände bestimmt erkennbar, wenn auch weniger deutlich ausgeprägt ist, als in den abgetödteten Individuen. An reifen Anisosporen und den extracapsularen Körpern verschiedener Species sowie an den Anisosporen-bildenden Individuen von *Myxosph. coerulea* konnte ich mit voller Bestimmtheit in den lebenden Kernen etwas stärker lichtbrechende Fäden oder Flöckchen erkennen.

Abgesehen von der später ausführlicher[1]) zu schildernden eigenthümlichen Gruppirung der Kerne (Taf. 4 Fig. 12, 13), sind die Stadien der Anisosporen-Bildung durch die Differenzirung der Kerne in eine stärker und schwächer färbbare Substanz ausgezeichnet. Die letztere bildet die Grundmasse, in welche die chromatische Substanz in Form von kurzen Fäden eingelagert ist. Nach dem Grade und der Weise der Differenzirung lassen sich stets — den beiden Arten von Anisosporen entsprechend — zwei Arten von Kernen unterscheiden: Makrosporen- und Mikrosporen-Kerne. Jene besitzen wenige und feine, diese zahlreichere und dickere Chromatinfäden (vergl. Taf. 5 Fig. 33, 50, 53, 56). Bei den Sphaerozoiden befinden sich die beiden verschiedenen Kernarten in demselben, bei den Collosphaeriden in verschiedenen Individuen. Ferner unterscheiden sich die beiden Familien dadurch, dass bei den Collosphaeriden die Anisosporen-Kerne eine schärfere Sonderung von chromatischer und achromatischer Substanz zeigen und bedeutend stärker lichtbrechend sind als die entsprechenden Kerne der Sphaerozoiden. — Die Theilung der Anisosporen-Kerne scheint nach Beobachtungen an fixirten Theilungszuständen in der Weise vor sich zu gehen, dass der Kern sich in die Länge streckt, dass die Kernfäden sich parallel anordnen und dann in der Mitte

1) s. unten Bildung der Anisosporen.

durchschnüren. Die bezüglichen Untersuchungen wurden bisher fast ausschliesslich an Collosphaeriden angestellt, so dass ich nicht anzugeben vermag, ob die Theilung immer in dieser einfachen Weise verläuft.

In den jugendlichen Kolonien, welche extracapsulare Körper enthalten, zeigen meist die Kerne der Individuen und stets diejenigen der extracapsularen Körper eine Differenzirung von schwächer färbbarer Grundsubstanz und feinen oder dicken Chromatinfäden (s. Taf. 6). Nach Untersuchungen an *C. fulvum* besteht bei der Bildung von extracapsularen Körpern ein ähnlicher Dimorphismus der Kerne, wie er oben für die Anisosporen und deren Anlagen geschildert ist, und zwar entsprechen bezüglich der Kernstructur die extracapsularen Körper selbst den Makrosporen-Anlagen, die Individuen dagegen, an denen die extracapsularen Körper liegen, den Mikrosporen-Anlagen (Taf. 6 Fig. 7, 8).

Bisher sind nur bei einigen Sphaerozoiden echte extracapsulare Körper gefunden worden. Als die entsprechenden Zustände bei den Collosphaeriden fasse ich aus später zu erörternden Gründen diejenigen jugendlichen Kolonien auf, die zahlreiche nackte und nur wenige mit Gitterschale versehene Individuen enthalten. Bei *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* konnte an den Kernen der erwähnten Entwicklungszustände meist eine mehr oder weniger deutliche Differenzirung erkannt werden (Taf. 4 Fig. 26, 29). Die Theilung der Kerne scheint sehr langsam vor sich zu gehen. Der biscuitförmige Kern, der Taf. 6 Fig. 28 dargestellt ist, blieb während ½stündiger Beobachtung fast unverändert und war nach Ablauf dieser Zeit nur wenig tiefer eingeschnürt. —

Für die neuerdings ausgesprochene Behauptung, dass die Menge des Nucleins in der Zelle von dem Ernährungszustande abhängig sei, habe ich keine Beweise gefunden; allerdings sind auch die Sphaerozoëen wegen ihrer gleichmässigen Ernährung wenig geeignet, die Richtigkeit und die allgemeine Gültigkeit jener Behauptung zu prüfen. Dagegen gab sich eine sehr grosse Abhängigkeit der Menge und der Beschaffenheit der Kernsubstanz von den Entwicklungszuständen zu erkennen. Die auffallenden Verschiedenheiten, welche die Kerne der beiden Arten von Anisosporen, der Isosporen und der vegetativen Zustände darbieten, sind bereits geschildert worden. Es ist ausserdem zu erwähnen, dass während der Schwärmerbildung die Gesammtmasse der chromatischen Substanz eines Individuums allem Anscheine nach bedeutend grösser ist, als in vegetativen Zuständen. Bei der Schwärmerbildung nimmt, wie man an abgetödteten und gefärbten Individuen, besonders von Isosporen-bildenden Kolonien, erkennt, die Masse der Marksubstanz in geringerem Grade zu als die Masse der Kernsubstanz. Nur in den ersten Stadien der Schwärmerbildung verringert sich die Grösse der Kerne bei den rasch wiederholten Zweitheilungen in ungefähr demselben Maasse, wie die Anzahl derselben zunimmt. In den späteren Stadien jedoch findet trotz wiederholter Theilung der Kerne weder eine Verringerung der Grösse noch der Färbbarkeit der Kerne statt.

3. Centralkapselmembran.

Schon Huxley (2 p. 434) erkannte, dass »jede Zelle« (Nest) der Sphaerozoëen von einer »dünnen aber dichten Membran« umgeben sei. — Müller (3 p. 5, 55) fügte nichts Bemerkenswerthes hinzu. — Häckel (5 p. 123) sagt von den Individuen der Sphaerozoen: »Ihre Membran ist sehr fest, oft doppelt contourirt, bis zu 0,002 mm dick, und also dicker als bei den meisten Monozoen.« Er bespricht (p. 124) die verschiedene Form, welche die Nester bei den Polyzoen annehmen, und glaubt, dass der Wechsel der Gestalt durch die Contractilität der Kapsel bedingt sei. — Nach Schneider (8 p. 509) ist »die Membran der Centralkapsel der Sphaerozoëen so dünn, dass man ihre Porenkanäle nur undeutlich sehen kann.« — Häckel (12 p. 530) ergänzt seine früheren Mittheilungen durch folgende (allerdings nicht auf Sphaerozoëen bezügliche) Angabe: »Bei Jugendformen von Radiolarien aus verschiedenen Familien, insbesondere verschiedenen Acanthometren, Acanthodesmiden und Sponguriden, welche ich 1866 auf Lanzerote beobachtete, habe ich mich überzeugt, dass eine Centralkapsel noch nicht existirt, dass der centrale Theil des Protoplasmakörpers aber dennoch eine Anzahl von Zellen umschliesst. Die jugendlichen Radiolarien, denen die Centralkapsel noch fehlt, sind also morphologisch den Heliozoen (Actinosphaerium, Cystophrys etc.) äquivalent.« — Cienkowski (14 p. 374) fand, dass »die jungen Kapseln« von *Collosphaera Huxleyi* »nackt ohne Schale in eine strahlende Protoplasmaschicht eingebettet, von keiner scharf contourirten Hülle umgrenzt« sind. »Erst in reiferem Alter bekommt die Kapsel eine resistentere Membran und wird in eine Gitterschale eingeschlossen.« »So wie die Collosphaerakapseln vor der Zoosporenbildung eine harte Membran ausscheiden, so thun es ebenfalls die der Collozoen (p. 376). Ihre Kapseln bekommen scharfe Umrisse und wachsen bedeutend.« — Nach Hertwig (15 p. 13) ist die Membran meist so dünn, »dass man sie eben noch als eine zarte Linie zwischen extra- und intracapsulärer Sarkode erkennt, in anderen Fällen sich aber verdicken kann und dann deutlich doppelt contourirt erscheint. Am besten bekommt man sie zu Gesicht, wenn man Collozoen erhärtet; es ziehen sich dann extra- und intracapsuläre Sarkode in Folge der Schrumpfung zurück und die Membran wird gleichsam isolirt.« Eine feine Struktur konnte er nicht erkennen; doch bezweifelt er nicht, »dass eine solche in Form feinster Porenkanäle vorhanden ist, da zweifellos Communicationen zwischen der intracapsulären Sarkode und dem Pseudopodienmutterboden existiren.« »Die Biegsamkeit der Membran erlaubt der Centralkapsel die verschiedensten Gestalten anzunehmen. Innerhalb derselben Kolonie findet man kugelrunde und ovale, bisquitförmig eingeschnürte und linsenförmig abgeplattete Kapseln.« Alle diese Verschiedenheiten gestatten jedoch keine systematische Verwerthung. — In der späteren Arbeit (17 p. 30) fügt Hertwig hinzu, dass man an den doppelt contourirten Centralkapselmembranen gewisser Sphaerozoiden unter günstigen Umständen »eine dichte Punktirung der Oberfläche und eine feine senkrechte Streifung des optischen Querschnittes« wahrnehmen kann, »Zeichnungen, welche durch feine radiale Porenkanäle bedingt sind.« — Brandt (18 p. 391) führt dann an, dass bei allen koloniebildenden Radiolarien extra- und intracapsuläre Sarkode stets wesentlich von einander verschieden sind. »Bei gewissen Arten (*Collosphaera Huxleyi* und *spinosa*, *Collozoum coeruleum* und *Sphaerozoum acuferum*) ist ausserdem eine deutliche Membran zwischen beiden vorhanden, bei *Sphaerozoum punctatum* scheint eine solche erst in älteren Exemplaren, bei *Sphaerozoum neapolitanum* und *Collozoum inerme* und *pelagicum* sogar erst bei Beginn der Bildung von Krystallschwärmern aufzutreten.« Vorher aber ist bei den letzteren von einer besonderen (chemisch differenten) Membran zwischen Mark- und Rindensubstanz keine Spur vorhanden. Ausserdem spricht die namentlich bei *Sph. neapolitanum* zu Tage tretende grosse Unregelmässigkeit und die Veränderlichkeit der Centralkapselmasse gegen das Vorhandensein einer Membran. »Mit dem Auftreten einer Centralkapsel als besonderer Membran zwischen der schon vorher differenzirten äusseren und inneren Sarkode scheint es ähnlich zu sein, wie mit dem Auftreten des vielkernigen Zustandes in dieser Klasse.« In der frühesten Jugend fehlt bestimmt bei allen Radiolarien die Centralkapselmembran. Dieselbe tritt erst früher oder später auf, bei manchen Species sogar »erst kurz vor dem Abschlusse des Lebens, bei der Bildung der Krystallschwärmer.« — Häckel (26 p. 4) hebt demgegenüber hervor, dass die Untersuchungen an den Challenger-Radiolarien seine »ältere Auffassung lediglich bestätigt haben, und dass bei allen echten Radiolarien eine distincte Membran die Centralkapsel vom Extracapsularium (oder dem ausserhalb gelegenen gallertigen Weichkörper) trennt.« Er sagt dann weiter: »Ich habe aber sogar in allen einzelnen Arten, welche er (Brandt) als »kapsellos« aufführt, bei sorgfältiger

Untersuchung die Kapsel nachzuweisen vermocht. Nur bildet sich die Membran als definitive Grenze zwischen Kapsel (es ist wohl Centralkapselmasse oder Marksubstanz gemeint?) und Gallerthülle bei einzelnen Arten erst ziemlich spät (bisweilen erst kurz vor der Sporenbildung), während sie gewöhnlich schon sehr frühzeitig erscheint.« Das Ergebniss der Untersuchungen HÄCKEL's stimmt also vollkommen mit meinen oben angeführten Resultaten überein. Die Differenz besteht nur darin, dass HÄCKEL trotzdem das Vorhandensein der Centralkapselmembran nach wie vor als Haupt-Charakter der Radiolarienklasse festhält, während ich aus dem sehr späten Auftreten der Membran bei einigen Arten den Schluss zog, dass, ebenso wie die anderen systematischen Merkmale der Radiolarien, so auch das letzte noch übrig bleibende — das Vorhandensein einer Centralkapselmembran — nicht immer ganz zutreffend ist. — BÜTSCHLI (24 p. 402, 430) hält die Ansicht von BRANDT, dass die Centralkapselmembran sich als innerliche Membran auf der Grenze zwischen den 2 zuvor schon differenzirten Plasmazonen entwickelt, für unwahrscheinlich, und nimmt an, dass die Centralkapselmembran ursprünglich eine oberflächliche Ausscheidung, homolog dem Schalenhäutchen der Rhizopoden, sei.

Bei manchen koloniebildenden Radiolarien kann man sich schon an den lebenden Individuen mit Leichtigkeit von dem Vorhandensein einer Centralkapselmembran überzeugen. So findet sich bei *Myxosph. coerulea* eine scharfe Linie zwischen Mark- und Rindensubstanz. Zerquetscht man ein lebendes Individuum dieser Species, so zeigt sich, dass die Trennungslinie nicht etwa nur der optische Ausdruck der Verschiedenheit von Mark- und Rindensubstanz ist, sondern durch eine distincte Membran veranlasst wird. Beim Quetschen wird die dünne Schicht von Rindensubstanz, welche die Membran umgiebt, an manchen Stellen losgelöst. Zugleich berstet die Kapsel an einer Stelle, und ein Theil des Centralkapselinhaltes quillt plötzlich hervor. Hört der Druck auf, so kann man in manchen Fällen eine nach aussen wie nach innen isolirte Membran wahrnehmen.

Noch besser erkennt man die Membran von *Myxosph. coerulea* bei Einwirkung von Reagentien. Bei Behandlung mit Säuren (Salzsäure, Chromsäure, Essigsäure etc.) quillt der Centralkapselinhalt unter theilweiser Verflüssigung seiner Masse sehr stark auf. Diejenigen Substanzen der Markmasse, welche coagulirt werden oder unverändert bleiben, rücken nach dem Centrum des Nestes zusammen, während sich die aufgelösten Substanzen als breite Flüssigkeitsschicht zwischen jenem centralen Theile und der Centralkapselmembran ansammeln.[1]) Die Flüssigkeit diffundirt allmählich, so dass die anfangs um das Doppelte oder Dreifache ihres Durchmessers ausgedehnte Membran nach und nach wieder zusammengezogen wird. Sie hat aber augenscheinlich bei der übermässigen Ausdehnung einen Theil ihrer Elasticität eingebüsst, so dass sie nach der Aufblähung stets einen grösseren Durchmesser als vor derselben besitzt. Die Membran steht in Folge dessen als wohl isolirte bläschenförmige Hülle von dem veränderten Centralkapselinhalt ab. Durch ihre starke Auftreibung wird die Membran jedoch auch nach aussen zum grossen Theile isolirt, denn die Rindensubstanz, welche als dünner Belag der Membran aufliegt, wird durch die Säurewirkung sofort coagulirt, kann also nicht mehr dem Drucke, den die aufquellende Marksubstanz auf sie ausübt, nachgeben, sondern wird in Fetzen zerrissen, die der Membran nur noch an einigen Stellen anhaften. — In ähnlicher Weise wie durch Säuren kann man durch Sublimat oder Chlorzinkjod die Membran nachweisen. Weniger

1) Vergl. Taf. 4 Fig. 19*a* vor Einwirkung von Salzsäure, 19*b* nach kurzer, 17 nach 20 Minuten langer Einwirkung von Salzsäure.

gut gelingt der Nachweis bei Behandlung lebender Individuen mit 70% Spiritus; jedoch hebt sich auch hierbei die Membran nach innen sehr gut von der zusammengezogenen Markmasse ab.

Noch besser als durch Säuren lässt sich durch Alkalien die Membran von *Myxosph. coerulea* demonstriren. Bei Einwirkung von Kali- oder Natronlauge wird die Membran zunächst ebenfalls durch die aufquellende Marksubstanz stark ausgedehnt. Darauf werden Rinden- und Marksubstanz bis auf ganz geringe Reste gelöst (Taf. 4 Fig. 18), so dass, je nach der Stärke der Einwirkung, nach einigen Stunden oder spätestens nach einem Tage ausser der Oelkugel (und eventuell noch den Krystallen) nichts mehr von den Individuen zu sehen ist, als eine stark aufgeblähte, zuweilen knittrig gefaltete Membran (Taf. 4 Fig. 16). Die letztere ist nach 6tägiger Einwirkung von 30% Kalilauge noch erhalten, nur ist sie mehr gequollen und erscheint in Folge dessen dicker und blasser als bei lebenden Individuen.

Man sollte meinen, dass auch bei den übrigen Sphaerozoëen sich durch eines der für *Myxosph. coerulea* angegebenen Mittel eine Membran nachweisen liesse; das ist jedoch keineswegs immer der Fall. Bei mehreren Arten ist die Membran, wenn sie überhaupt vorhanden ist, zu zart, als dass sie an lebenden Individuen durch Quetschen sichtbar gemacht werden könnte. Wenn sich beim Drücken des Nestes der Pseudopodienmutterboden von der Markmasse abhebt, so ist damit noch keineswegs das Vorhandensein einer distincten Membran bewiesen. Ebenso wenig ist die bei der Abtödtung häufig stattfindende Trennung von Mark- und Rindensubstanz beweisend für das Vorhandensein einer Membran zwischen beiden Substanzen. Das Zurückziehen der Markmasse vom Mutterboden bei Behandlung mit Reagentien kann auch allein deshalb stattfinden, weil sich, wie oben gezeigt, Marksubstanz und Mutterboden bei mehreren Arten chemisch verschieden verhalten. Wenn sich eine Membran oder gar eine »Kapsel« zwischen zwei Substanzen befindet, so muss sie auch nach beiden Seiten, nach aussen gegen die Rindensubstanz und nach innen gegen die Marksubstanz, isolirt werden können, ähnlich wie das bei der Membran von *Myxosph. coerulea* gelungen ist.

Eine Membran, die sich in chemischer Hinsicht anders als ihre Umgebung verhält, konnte ich mit voller Sicherheit bei *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa* und *Siphonosph. tenera* nachweisen. Der Nachweis gelang nicht nur bei alten, sondern auch bei jugendlichen Individuen der beiden erstgenannten Arten; von den beiden anderen Species wurden nur ältere Zustände frisch untersucht.

Schwieriger ist der sichere Nachweis einer solchen Membran bei *C. fulvum*, *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* und besonders bei *C. pelagicum*. Die lebenden Individuen, namentlich die älteren, zeigen zwar eine mehr oder minder scharfe Trennungslinie zwischen Mark- und Rindensubstanz und besitzen fast immer einen genau kreisförmigen Contour; die Membran ist jedoch zu zart, als dass sie an lebenden Individuen sicher constatirt werden könnte. Bei Behandlung mit Kalilauge wurde bei *C. fulvum* — ähnlich wie bei *Myxosphaera* — durch Aufquellen und theilweise Auflösung der Markmasse die Membran aufgebläht und zugleich nach innen isolirt; ausserdem wurde sie bei mehreren Individuen an einigen Stellen auch von der

Rindensubstanz entblösst. Von den zarten Bläschen war nach 1½stündiger Einwirkung der Kalilauge nichts mehr zu erkennen. In ähnlicher Weise konnte bei vegetativen und bei krystallführenden Individuen von *Sph. punctatum* durch Einwirkung von Ammoniak, bei krystallführenden Individuen von *C. pelagicum* durch Behandlung mit Salzsäure eine sehr zarte Membran nach beiden Seiten isolirt werden. Von den genannten vier Arten wurden ausserdem Kolonien, die in Jodspiritus oder Chromsäure abgetödtet und in Canadabalsam eingelegt worden waren, auf das Vorhandensein oder Fehlen einer Centralkapselmembran untersucht. Die Membran war in den Präparaten häufig deutlich zu erkennen und entweder nur nach aussen oder nach innen, an manchen Stellen aber auch nach beiden Seiten isolirt. Wenn ich auch nicht in allen Fällen die Membran erkennen konnte, so glaube ich doch auf Grund der Thatsache, dass ich an älteren vegetativen und reproductiven Individuen der vier Species in mehreren Fällen die Membran isolirt fand, behaupten zu dürfen, dass in den betreffenden Stadien stets eine zarte Membran vorhanden ist. Jugendzustände wurden nur von *C. pelagicum* und *Sph. punctatum* untersucht und ergaben kein sicheres Resultat.

Auch bei den beiden nur einige Male zur Beobachtung gelangten Arten besitzt die eine, *C. Hertwigi*, sicher, die andere, *Sph. Häckeli*, höchst wahrscheinlich eine Centralkapselmembran. Bei *C. Hertwigi* überzeugte ich mich davon, dass durch Behandlung mit Salzsäure eine ziemlich derbe Membran nach beiden Seiten, ähnlich wie bei *Myxosphaera*, isolirt wird.

Dagegen liess sich an vegetativen Individuen von *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* niemals eine Centralkapselmembran nachweisen. Weder an den lebenden Individuen, noch nach Einwirkung von Reagentien konnte ich eine besondere Membran zwischen Rindensubstanz und Marksubstanz erkennen. Auch in den Balsampräparaten sind Rinden- und Marksubstanz deutlich verschieden, doch ist von einer Membran zwischen beiden nichts zu erkennen (Taf. 4 Fig. 57). Ebenso wenig konnte ich bei Anisosporen-bildenden Kolonien von *C. inerme*[1]) mich von dem Vorhandensein einer Centralkapselmembran überzeugen. Dagegen gelang mir bei Isosporen-bildenden Individuen von *C. inerme* durch Behandlung mit Ammoniak oder Chlorzinkjod mehrmals der Nachweis einer sehr zarten Membran. Ob auch bei Isosporen-bildenden Individuen von *Sph. neapolitanum* eine Centralkapselmembran vorkommt, vermag ich jedoch nicht mit Sicherheit anzugeben. In manchen Fällen fehlte sie bestimmt (Taf. 3 Fig. 5). Der einzige Fall, in dem ich nach Einwirkung von Chlorzinkjod eine Membran sicher erkannte (Taf. 4 Fig. 39*a. b.*), betrifft eine krystallführende Kolonie, die zwar mit *Sph. neapolitanum* in Bezug auf die Form und die regellose Anordnung der Nadeln übereinstimmte, aber wie *C. fulvum* kuglig war und nur eine sehr grosse Vacuole besass, während die unzweifelhaften Kolonien von *Sph. neapolitanum* auch bei der Isosporen-Bildung ihre wurstförmige Gestalt beibehalten. Ich kannte zur Zeit der Untersuchung *C. fulvum* noch nicht und halte es für möglich, dass die in Rede stehende Kolonie ein *C. fulvum* mit verhältnissmässig vielen Nadeln war[2]). Die Centralkapselmembran

1) Bei *Sph. neapolitanum* wurde Anisosporen-Bildung bisher nicht beobachtet.

2) Die Individuen der betr. Kolonie liessen (wie die von *Sph. neapolitanum*) an dem Substrat ihrer Oelkugel eine deutliche Schichtung erkennen; da ich jedoch *C. fulvum* auf diesen Punkt nicht untersucht habe, so ist vorläufig die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Kolonie ein *C. fulvum* gewesen ist.

fehlt also bei *Sph. neapolitanum* höchst wahrscheinlich während des ganzen Lebens und kommt bei *C. inerme* nur an den Isosporen-bildenden Individuen vor. Die abweichenden Angaben Hertwig's haben wohl darin ihren Grund, dass die Kolonien, bei denen er eine Centralkapselmembran nachweisen konnte, keine echten *C. inerme*, sondern andere Collozoen waren.

Mit dem Fehlen einer distincten Membran bei den vegetativen Individuen von *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* hängt auf's innigste die sehr wechselnde Form der Individuen (Taf. 2 Fig. 17, Taf. 3 Fig. 4, 5) zusammen, die besonders bei *Sph. neapolitanum* eine überraschende Mannigfaltigkeit zeigt. Andererseits besitzen die mit Membran versehenen Individuen der übrigen Arten und die krystallführenden Individuen von *C. inerme* einen regelmässigen, meist kreisförmigen oder elliptischen Contour.

Die erneuten Beobachtungen haben meine früheren kurzen Mittheilungen insofern vollkommen bestätigt, als eine mehr oder weniger ausgeprägte Verschiedenheit zwischen Rinden- und Marksubstanz bei allen Sphaerozoëen und, wie ich hinzufügen kann, auch bei allen genauer untersuchten Radiolarien der anderen Ordnungen erkannt werden konnte, und als nicht immer zwischen den beiden Substanzen eine distincte Membran nachzuweisen ist. Dagegen habe ich meine frühere Ansicht, dass in den Fällen, wo die Membran fehlt, Mark- und Rindensubstanz sich unmittelbar berühren, etwas zu modificiren. Es ist in hohem Grade auffallend, dass bei so nahe verwandten Formen, wie *C. fulvum* einerseits und *Sph. neapolitanum* andererseits, eine Centralkapselmembran entweder vorhanden ist oder gänzlich fehlt. Möglicherweise befindet sich bei *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* zwischen der Marksubstanz und der physikalisch und chemisch von ihr sehr abweichenden Matrix aus Assimilationsplasma eine Plasmaschicht, die in ihrer Beschaffenheit nur sehr wenig von einer der umgebenden beiden Substanzen verschieden ist und daher nicht als besondere Membran isolirt werden kann. Eine solche Vermuthung wird sich sehr schwer beweisen lassen; sie wird jedoch gestützt durch die Thatsache, dass auch in anderen Gruppen der Radiolarien, z. B. bei den Acanthometriden, sich entweder eine distincte Membran zwischen Ecto- und Entoplasma nachweisen lässt oder nicht. Im letzteren Falle findet sich (z. B. bei manchen Entwicklungsstadien von *Acanthometra tetracopa*) in einigem Abstande von der Markmasse eine dünne Plasmalage, die grosse Löcher besitzt und mit der Rindensubstanz fast völlig übereinstimmt, oder man kann keine Spur einer trennenden Schicht erkennen. *Acanthochiasma fusiforme* besitzt eine ziemlich deutliche Centralkapselmembran, während ich bei der nahe stehenden Art *Acanthochiasma rubescens* ebenso wenig wie Hertwig (**17** p. 10) eine trennende Plasmaschicht, geschweige denn eine Membran, zwischen den beiden Plasmasubstanzen des Körpers erkennen konnte (Taf. 2 Fig. 2). Diese Erscheinungen hören auf unverständlich zu sein, sobald man sich zu der Annahme entschliesst, dass auch bei gänzlichem Fehlen der Centralkapselmembran an Stelle derselben eine dünne Plasmaschicht vorhanden ist, die in manchen Fällen (z. B. bei der Isosporenbildung von *C. inerme*) erhärten kann. Wenn auch von einer solchen Plasmaschicht bei *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* ebenso wenig wie bei *Actinosphaerium* zu erkennen ist, so besteht doch ein wichtiger

Unterschied gegenüber *Actinosphaerium* darin, dass bei den genannten Sphaerzoëen die glänzenden Körner der Marksubstanz nicht in die Rindensubstanz wandern, was bei ungestörten Heliozoen stets der Fall ist.

Die Membran von *Collosph. Huxleyi* unterscheidet sich in eigenthümlicher Weise von der der anderen Sphaerozoëen. Sie ist sehr schwer von gewissen Farbstoffen, namentlich wässriger Hämatoxylinlösung, durchdringbar und bedeckt sich bei Anwendung von ätherischen Oelen oder von Kreosot mit einer Gasschicht, die beim Einlegen in Canadabalsam meist bleibt und die Marksubstanz mit ihren Einschlüssen vollständig verdeckt. Hauptsächlich ist das bei der Membran alter Individuen der Fall. Man kann dem Uebelstande dadurch einigermaassen begegnen, dass man die abgetödteten und gefärbten Collosphaeren aus absolutem Alkohol allmählich in Chloroform (durch langsames Eintröpfeln von Choroform in Alkohol) bringt und dann in Canadabalsam einlegt. Bei langsamem Ueberführen in Chloroform unterbleibt die Gasansammlung an der Innenseite der Membran in den meisten Fällen vollständig, so dass man den Inhalt der Membran sehr gut erkennen kann.

Porenkanäle konnte ich nur bei der Centralkapselmembran von *Collosph. Huxleyi* nachweisen. Als ich eine jugendliche Kolonie, deren Individuen nur zum Theil von einer Gitterschale umgeben waren, mit Jodspiritus behandelte, erkannte ich deutlich in der dicken Membran der meisten Individuen zahlreiche, regelmässig vertheilte, durch das Jod braungefärbte Porenkanäle von ziemlich bedeutender Weite (Taf. 1 Fig. 29).

Die Membran umhüllt die Schwärmeranlagen bis kurz vor dem Ausschwärmen der Zoosporen. Während und nach dem Austreten der Schwärmer ist sie dagegen nicht mehr zu erkennen. Selbst bei *Thalassicolla nucleata*, die bekanntlich eine sehr dicke Centralkapselmembran besitzt, war nach dem Ausschwärmen des Centralkapselinhaltes von der Membran keine Spur mehr zu erkennen[1]). Die Membran wird also höchst wahrscheinlich kurz vor dem Ausschwärmen aufgelöst.

Bezüglich der morphologischen Auffassung der Centralkapselmembran schliesse ich mich Hertwig an und halte dieselbe für ein Homologon der Zellmembran.

4. Oelkugeln.

Die Oelkugeln wurden von Huxley (2 p. 434) als »fettartig erscheinende Kerne«, von J. Müller (3 als Fetttropfen bezeichnet. Letzterer hält (p. 23) die Oeltropfen der koloniebildenden Radiolarien für hydrostatische Apparate. Häckel (5 p. 75) schliesst sich dieser Ansicht an, besonders deshalb, weil nach seinen Untersuchungen in der Regel die Masse des Fettes »um so bedeutender ist, je grösser das specifische Gewicht des Gesammtkörpers und insbesondere also das Volum der schweren, kieseligen Skelettheile ist.« Das Fett ist farblos und ebenso stark wie bei den Wirbelthieren lichtbrechend. p. 76: »Bei allen Polyzoen erfüllt in der Regel nur eine einzige grosse Fettkugel (Oeltropfen) die Mitte einer jeden Centralkapsel. Seltener sind 2, 3 oder mehr, zuweilen sogar über 50 vorhanden und nur unter gewissen Umständen ist eine grössere von einer Anzahl kleinerer umgeben. Der Durchmesser der Fettkugel der Polyzoen beträgt

1) Von der *Thalassicolla* war nach dem Ausschwärmen nur eine frei im Wasser schwebende Kugelschale aus Gallerte übrig geblieben, welche die extracapsularen Pigmentkörner und zahlreiche gelbe Zellen enthielt.

gewöhnlich $^1/_2$ oder $^1/_3$ von dem der Kapsel selbst.« An einer anderen Stelle (p. 123) spricht Häckel die Vermuthung aus, dass die »grosse, stark lichtbrechende Oelkugel vielleicht von einer besonderen Membran umgeben« ist. — Nach Cienkowski (14 p. 377) verhalten sich die Oelkugeln vollkommen indifferent bei der Bildung der Zoosporen. — Hertwig (15 p. 16) fand eine oder mehrere Oelkugeln im Inhalte der Centralkapseln, bemerkte aber auch, dass sie »in kleinen und somit wahrscheinlich jungen Centralkapseln« oft ganz fehlen. Das Vorhandensein oder der Mangel von Oelkugeln sei daher »für die systematische Charakteristik der Art von keinem Belang.« »Das gewöhnlichste Verhalten ist, dass in einer rundlichen Centralkapsel eine einzige Oelkugel von beträchtlichen Dimensionen«, in einer langgestreckten »sich fast immer in jedem der beiden Enden eine besondere Oelkugel vorfindet.« »Die Oelkugeln sind nicht . . . einfache Ansammlungen eines flüssigen Fettes, welche nach physikalischen Gesetzen Kugelgestalt angenommen haben, sondern sie besitzen ein wahrscheinlich aus einem Eiweisskörper bestehendes homogenes Substrat, in dem die fettige, das Licht stark brechende Substanz abgelagert ist.« Hertwig schliesst dies aus Beobachtungen an Kolonien, die in Schwärmerbildung begriffen und nicht mehr weit von der Reife der Schwärmer entfernt sind (p. 30). In den Centralkapseln solcher Kolonien findet man beim Zerquetschen nicht mehr die Oelkugeln, »sondern helle, ganz durchsichtige blasenartige Körper, in denen nur noch Reste des früheren fettigen Inhalts der Oelkugel in Form einer grösseren oder geringeren Anzahl verschieden grosser Fettkörnchen enthalten sind. Bei Zusatz von Reagentien platzen die homogenen Körper und entleeren ihren Inhalt von Fettkörnchen oder sie gerinnen zu Blasen, in deren Innerem die Körnchen in lebhafte Molecularbewegung gerathen.« Das Fett ist somit resorbirt und wahrscheinlich zu den Fettkörnchenhaufen verwandt worden, welche die Kerne umgeben; während das eiweissartige Substrat der Oelkugel übrig geblieben ist. Der Ansicht von Müller und Häckel, dass die Oelkugeln die Bedeutung eines hydrostatischen Apparates besitzen, kann Hertwig nicht beistimmen, vielmehr fasst er die Körper als »Nahrungsreservoirs auf, welche den jungen neu angelegten Radiolarien ein Quantum Nährmaterial zuertheilen.« Er vergleicht sie in diesem Sinne »den Dotterplättchen der jungen Fische, der Eier, den fettglänzenden homogenen Kugeln im Protoplasma vieler Süsswasserrhizopoden u. s. w.« — Später (17 p. 112, 113) vergleicht Hertwig die Eiweisskugeln verschiedener Radiolarien mit einander. Die Eiweisskugeln selbst sind immer »sphärische Körper, die völlig homogen, farblos und durchsichtig sind und den Protoplasmatropfen gleichen, die man beim Zerdrücken lebender Rhizopoden erhält.« Entweder haben sie keinen besonderen Inhalt (Cyrtiden) — oder sie enthalten »in ihrem Centrum eine Concretion, die in Säuren löslich ist und wahrscheinlich von einem Kalksalz gebildet wird, in ihrem Bau dagegen völlig einem Stärkekorn gleicht« (Thalassicollen) — oder endlich »die gesammte Eiweisskugel ist von fettigen Stoffen erfüllt, so dass das Ganze wie eine einfache Fettmasse aussieht« (Sphaerozoëen). Das albuminoide Substrat wird bei diesen erst im Verlaufe der Schwärmerbildung sichtbar (s. o.). —

Die Oelkugeln, welche durch ihre beträchtliche Grösse und ihr starkes Lichtbrechungsvermögen sehr auffallen, treten schon in einem sehr frühen Entwicklungszustande auf und bleiben bis zum Abschlusse des vegetativen Lebens, d. h. bis zur Schwärmerbildung, erhalten. In den Schwärmern und in den Individuen sehr jugendlicher Kolonien fehlt eine Oelkugel gänzlich. In ihnen sind statt derselben feine Körnchen vorhanden, die zum Theil dieselbe Reaktion zeigen wie die Masse der Oelkugeln. In etwas älteren Kolonien kommt es allmählich zu Anhäufungen von Fett, und zwar bilden sich entweder verschiedene mehr oder weniger peripher gelegene Fettkugeln oder eine einzige central gelegene Kugel. Das Vorhandensein mehrerer Oelkugeln in jedem Individuum wurde bei jugendlichen Kolonien der verschiedensten Species beobachtet. In diesen Fällen liegt je eine Oelkugel in der Nähe eines Kernes, meist peripher von demselben. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung streben die einzelnen Fettkugeln dem Centrum zu, um sich dort zu vereinigen, während die ursprünglich central gelagerten Kerne nach der Peripherie rücken.

Bei mehreren *Collozoum*-Arten und bei *Sph. neapolitanum* wurden in jugendlichen Kolo-

nien die sogen. extracapsularen Körper beobachtet, welche aus später zu erörternden Gründen (s. unten) wahrscheinlich den Brutknospen der Algen entsprechen. Die extracapsularen Körper sind den Anlagen von Anisosporen ausserordentlich ähnlich und besitzen wie diese meist so viele Oeltröpfchen wie Kerne vorhanden sind. Bei einigen Collozoen hängen diese Tröpfchen traubenförmig zusammen.

In den älteren vegetativen Kolonien findet sich fast bei allen Arten nur eine grosse Oelkugel im Centrum jedes Individuums. Nur *Sph. acuferum* verharrt — soweit bis jetzt bekannt ist — während des ganzen vegetativen Stadiums auf einer jugendlichen Entwicklungsstufe und behält zeitlebens mehrere Oelkugeln (Taf. 3 Fig. 13) bei, die gewöhnlich in Zahl und Lagerung den ebenfalls spärlich vertretenen, sehr grossen Kernen entsprechen (Taf. 1 Fig. 17).

Wenn die vegetativen Zustände sich zur Schwärmerbildung anschicken, finden stets sehr erhebliche Veränderungen mit den Oelkugeln statt. Entweder treten wieder dieselben Lagerungsverhältnisse ein, wie bei jugendlichen Individuen, indem das Fett der gleichzeitig schwindenden Oelkugel sich auf die einzelnen Kerne vertheilt und in der Nähe eines jeden derselben einen ansehnlichen Fetttropfen bildet. In dem Maasse, wie der Kern durch Theilung sich vermehrt, sprossen aus der ihm benachbarten Oelkugel neue Tropfen hervor, so dass traubenartige Fettmassen ähnlich denen der extracapsularen Fettmassen entstehen. Das ist der Fall bei Bildung von Anisosporen (Makro- und Mikrosporen) von Sphaerozoiden. Oder das Fett der Oelkugel vertheilt sich in Form sehr feiner Körnchen über die ganze Markmasse, und es kommt zur Bildung von Isosporen (Krystallschwärmern). In allen Fällen geht bei normalem Verlauf der Schwärmerbildung das gesammte Fett der Oelkugel in die Schwärmer über. Weder bei der Bildung der sogen. bohnenförmigen Schwärmer, noch der Krystallschwärmer bleibt Fett nach dem Ausschwärmen zurück[1]).

Die Oelkugel ist bei fast allen Arten vollkommen farblos; nur bei *C. pelagicum* ist sie stets hellbraun bis bräunlichgelb[2]) (Taf. 2 Fig. 3, 23), blasser gelblich ist sie bei *Acrosph. spinosa*.

Die Grösse der Oelkugel steht bei den einzelnen Species in einem bestimmten Verhältniss zur Grösse der Markmasse. Nimmt diese an Durchmesser zu, so vergrössert sich auch jene. Wenn man von *Sph. acuferum*, bei dem bisher stets mehrere Oelkugeln beobachtet wurden, absieht, so verhält sich bei den einzelnen Sphaerozoëen-Arten der Durchmesser der Oelkugel zu dem der Markmasse folgendermaassen: Bei

Sph. neapolitanum	wie	1 : 1,7—2	*C. inerme*	wie	1 : 2,5—3
Siphonosph. tenera	„	1 : 2,0—2,3	*Sph. punctatum*	„	1 : 2,7
C. pelagicum	„	1 : 2,2—2,9	*C. fulvum*	„	1 : 2,8—3,3
Myxosph. coerulea	„	1 : 2,4	*Collosph. Huxleyi*	„	1 : 3,0—5,5
Acrosph. spinosa	„	1 : 2,6—2,7			

1) Die entgegengesetzte Behauptung Cienkowski's muss auf Irrthum beruhen.

2) Auch die Fettträubchen der extracapsularen Körper von *C. pelagicum* sind bräunlich gefärbt.

Die relativ grössten Oelkugeln finden sich bei *Sph. neapolitanum*, wo sie mindestens den halben Durchmesser der Markmasse einnehmen, die relativ kleinsten bei *Collosph. Huxleyi*. *Sph. neapolitanum* besitzt zugleich die absolut grössten Oelkugeln von allen Sphaerozoëen (Durchmesser 0,05—0,08), während die Oelkugeln von *Myxosph. coerulea* (0,02—0,03) und *Collosph. Huxleyi* (0,018—0,038) die absolut kleinsten sind. —

Die Oelkugel besteht bei allen Sphaerozoëen aus einem Substrat und eingelagertem, oft flüssigem Fett. Bei den Arten der Gattung *Sphaerozoum* lässt sich das Fett durch Drücken leicht von dem Substrat trennen. Wenn man z. B. lebende Individuen von *Sph. neapolitanum* quetscht, so wird die Oelkugel aus der Marksubstanz herausgedrückt und in mehrere Stücke, aus denen bei weiterem Drücken 2 oder 3 grosse Tropfen hervorquellen, zersprengt. Seltener bleibt die isolirte Oelkugel im Zusammenhange und lässt bei anhaltendem Drucke einige grosse Tropfen flüssigen Fettes heraustreten. Die stark lichtbrechende Fettsubstanz lässt sich auf diese Weise von dem schwach lichtbrechenden Substrat vollkommen trennen, so dass man den Bau des letzteren genau erkennen kann. Lässt der Deckglasdruck nach, z. B. bei Zuführung von Flüssigkeit, so schlüpft die herausgequollene Oelmasse wieder in das Substrat zurück und vertheilt sich in demselben.

Bei den anderen Sphaerozoëen (*Collozoum*, *Collosphaera* etc.) hält die Oelkugel der lebenden Individuen das Fett sehr fest. Man kann jedoch auch bei diesen durch Anwendung von Reagentien Fett und Substrat vollkommen trennen. Bei Individuen von *Myxosph. coerulea* oder *Siphonosph. tenera*, die etwa eine Stunde in Salzsäure oder Chromsäure gelegen haben, lässt sich das Fett aus der Oelkugel in Tropfen herausdrücken. Die Tropfen vereinigen sich dann stets in dem Raume zwischen Centralkapselinhalt und Membran zu einem grossen Tropfen, dessen Form durch die Umgebung bestimmt wird. Dabei bleibt stets im Centrum des Individuums eine Masse von der Form der Oelkugel zurück, welche sich durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen von der Umgebung unterscheidet und bei weiterem Quetschen kein Fett mehr heraustreten lässt, sondern in unregelmässige Stücke zersprengt wird. — Das Substrat kann man ausserdem durch mehrtägige Einwirkung von Kalilauge in allen Fällen deutlich zur Erscheinung bringen. Die Kalilauge verseift in 6—10 Tagen bei sämmtlichen Arten[1]) das Fett, so dass nach Ablauf dieser Zeit im Centrum der Individuen eine bräunliche, verhältnissmässig schwach lichtbrechende Masse von annähernd derselben Form und Grösse, welche die Oelkugel besass, übrig bleibt.

Das vom Fett befreite Substrat zeigt bei mehreren Arten einen geschichteten Bau, der bei *Sph. neapolitanum* ganz besonders deutlich zu erkennen ist (Taf. 1 Fig. 24—26). Das Substrat ist zwiebelartig aus concentrischen Schichten zusammengesetzt. Solcher Schichtensysteme sind gewöhnlich mehrere in einer Oelkugel vorhanden. Bei jedem System sind nur die innersten Schichten wirklich kuglige Schalen, die äusseren Schalen verdicken sich auf einer Seite bedeutend, so dass das System eine in die Länge gezogene, meist ellipsoide Figur

1) Bei den verschiedenen Species vollzog sich dieser Process verschieden schnell, — bei *Sph. neapolitanum* von den untersuchten Arten am schnellsten, weniger schnell bei *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*, noch langsamer bei *C. inerme* und besonders bei *Myxosph. coerulea*.

bildet, deren Mittelpunkt excentrisch liegt. Eine weitere Eigenthümlichkeit der mehr peripheren Schichten besteht darin, dass sie selten ganz vollständig, sondern meist an einigen Stellen unterbrochen sind. Einen ähnlichen geschichteten Bau zeigt auch das Substrat von *Sph. punctatum* (Taf. 1 Fig. 31) und *Sph. acuferum*. Bei der letzteren Species liessen sogar schon die unverletzten Oelkugeln diesen Bau erkennen, was bei den erheblich grösseren Oelkugeln von *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum* wegen der starken Lichtbrechung des eingelagerten Fettes nicht möglich war.

Von den übrigen Sphaerozoëen fand ich eine solche Schichtung nur[1]) bei *C. inerme* an einem Sprengstück einer Oelkugel (Taf. 1. Fig. 41). Wie schon bemerkt, konnte ich aber nur bei der Gattung *Sphaerozoum* das Fett aus der Oelkugel lebender Individuen gänzlich herausdrücken; bei den anderen Arten ist eine so vollständige Trennung erst nach Behandlung mit Reagentien möglich. Durch Reagentien wird aber selbst bei dem isolirten Substrat der *Sphaerozoum*-Species die bis dahin sehr deutliche Schichtung bald vollkommen unkenntlich gemacht. Es ist daher recht wohl möglich, dass auch diejenigen Sphaerozoëen, bei denen ich bisher eine Schichtung des Oelkugelsubstrates nicht habe nachweisen können, einen ähnlichen Bau des Substrates besitzen wie die *Sphaerozoum*-Arten. Eine solche Annahme wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass die Fettträubchen der extracapsularen Körper und der Anlagen von bohnenförmigen Schwärmern schwach doppeltbrechend sind, ähnlich wie das isolirte Substrat von *Sph. neapolitanum*. —

Hertwig hat eine »eiweissartige« Grundlage nicht allein bei den Oelkugeln der Sphaerozoëen, sondern auch bei denen der Colliden, sowie bei den sogenannten Concretionen der Colliden entdeckt. Die Eiweisskugeln (das Substrat) selbst hält er für structurlos und schreibt nur den eingelagerten Concretionen einen geschichteten Bau zu, der überraschende Aehnlichkeit mit dem Bau der Stärkekörner besitzt. Wie ich oben zeigte, lässt aber bei den Oelkugeln der Sphaerozoëen das Substrat selbst eine in gewissen Fällen sehr deutliche Schichtung erkennen. Ich bemühte mich deswegen, auch bei den Eiweisskugeln, die bei *Thalassicolla nucleata* entweder Fett oder eine kalkhaltige Concretion[2]) enthalten, eine Schichtung am Substrat nachzuweisen. Bei den Eiweisskugeln mit eingelagertem Fett, die den Oelkugeln der Sphaerozoëen entsprechen, gelang mir dies nicht; dagegen konnte ich an denjenigen Eiweisskugeln, welche die Concremente enthalten, eine recht deutliche Schichtung erkennen (Taf. 1 Fig. 19, 20). In den centralen Theil des Schichtensystemes und häufig auch in einige der peripheren Lamellen ist fettglänzende Substanz eingelagert. Dadurch, dass diese Einlagerung sich nicht in der ganzen Masse, sondern nur in einigen Lamellen findet, wird die Schichtung ausserordentlich deutlich. Die Concretion besitzt aber nicht den geschichteten Bau, sondern das eiweisshaltige Substrat.

---

1) *C. fulvum* wurde nicht darauf hin untersucht.

2) Hertwig's Vermuthung (15 p. 47), »dass die Concretionen aus einer organischen Grundlage bestehen, in der anorganische Bestandtheile (Kalk) eingelagert sind«, halte ich nicht für ganz zutreffend, da die Concretionen sich in Schwefelsäure sofort auflösen.

Dass das Substrat bei den Oelkugeln und den Concretionen aus Eiweiss oder einer eiweissartigen Substanz besteht, wie Hertwig meint, halte ich noch nicht für erwiesen. Ueber das Verhalten des Substrates der Oelkugeln von Sphaerozoëen gegen Reagentien kann ich nur angeben, dass es in Kalilauge nicht löslich ist, und dass es sich mit Jod in wässriger oder alkoholischer Lösung nur ganz schwach gelblich färbt, während das herausgedrückte flüssige Fett eine mehr bräunliche Färbung annimmt. Die geringe Färbbarkeit des Substrates mit Jod spricht nicht für Hertwig's Ansicht, die ausserordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Kalilauge ebenso wenig, denn Rinden- und Marksubstanz, die doch jedenfalls eiweisshaltig sind, werden bei achttägiger Behandlung mit Kalilauge bis auf ganz geringe Reste gelöst.

Die eingelagerte Substanz verhält sich ganz wie Fett. Bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure wird sie sofort schwarz; in Alkohol, Aether und Chloroform ist sie leicht löslich; durch Kalilauge wird sie allmählich verseift und im Verlaufe von 8 Tagen in Lösung übergeführt. Bringt man lebende Kolonien in eine Lösung von Nitrotoluidin in Seewasser, so färben sich allein die Oelkugeln braun[1]). Die Individuen der Kolonien werden durch die Einwirkung der Farbstofflösung in ihren Lebensthätigkeiten nicht im geringsten beeinflusst. Nitrotoluidin ist daher ein ausgezeichnetes Mittel zum Nachweise von Fett in lebenden Zellen[2]). Ausserdem spricht noch das bedeutende Lichtbrechungsvermögen der Oelkugel dafür, dass die eingelagerte Substanz aus Fett besteht, und endlich der Umstand, dass die aus der Oelkugel herausgepressten Tropfen sich beim Quetschen ganz wie flüssiges Fett verhalten.

5. Krystalle.

Huxley (2 p. 434) bemerkte nur die grossen Krystalle von *Collosphaera Huxleyi*, nicht die kleinen sämmtlicher Species von koloniebildenden Radiolarien. Er giebt an, dass die grossen Krystalle in geringer Anzahl in jeder Zelle vorkommen, prismatisch sind und 0,001‴ Länge besitzen. Müller (3 p. 6) erkannte bei *Collosph. Huxl.* allerdings nur die grossen, bei *Collozoum inerme* und *Sphaeroz. punctatum* jedoch die von Huxley noch nicht beobachteten kleinen Krystalle. Sie sind unvergleichlich kleiner (Dm. $^1/_{350}$‴) und zahlreicher als die von *Collosphaera*, scheinen aber dieselbe Gestalt zu haben. Sie sind unlöslich in Salzsäure. Die grossen *Collosphaera*-Krystalle (p. 56) kommen zu mehreren bis vielen (bis 27) in einer Centralkapsel vor und besitzen eine Länge von $^1/_{60}$‴. »Es sind rhombische Prismen des 2- und 2-gliedrigen Systems mit 4-seitiger Endzuspitzung und grösserer oder geringerer Abstumpfung der scharfen langen Kanten des Prisma. Von den 4 Zuschärfungsflächen der Enden sind 2 den stumpfen Kanten des Prisma, 2 den scharfen Kanten oder Abstumpfungsflächen derselben aufgesetzt« (p. 57). »Der Winkel an der Spitze zwischen

1) Bismarckbraun färbt die Oelkugel nur schwach, die Körner der Marksubstanz dagegen recht intensiv (s. oben p. 17).

2) Herr Dr. Paul Mayer theilte mir mit, dass nach seinen Erfahrungen Nitrotoluidin fettartige Stoffe in lebenden Organismen braun färbt, und stellte mir eine Lösung dieses Farbstoffes in Seewasser zur Verfügung. Eine kurze Angabe, die er früher gelegentlich gemacht hatte (Anatomie von *Pyrrhocoris apterus* L., Arch. f. Anat., Physiol. etc. 1874 p. 320), scheint bisher nicht berücksichtigt worden zu sein. Aus der Beobachtung, dass »ein gelber Farbstoff aus der Toluolreihe«, der sich in ätherischen Oelen in bedeutender Menge, in Wasser aber nur wenig löst, aus einer wässrigen Lösung in die hintere Drüse des Stinkapparates von *P.* übergetreten war und die in demselben enthaltene Flüssigkeit tief gelb gefärbt hatte, während er in die anderen Drüsen nicht diffundirte, zog Mayer den Schluss, dass nur jene hintere Drüse ein ätherisches Oel enthalte.

den auf die stumpfen Kanten des Prisma aufgesetzten Zuschärfungen« beträgt »103—105°, was der Krystallform des Cölestins entsprechen würde«. Die Krystalle sind unlöslich in Alkohol, kaltem und kochendem Wasser, in concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur, und in heisser concentrirter Schwefelsäure. »Von kochender Salzsäure werden die Kanten und Flächen angegriffen und rauh. In heisser Kalilauge werden die Krystalle nicht aufgelöst. Auf einem Glasplättchen geglüht behalten sie ihre Gestalt, werden aber durch das Glühen undurchsichtig.« Sie sind vor wie nach dem Glühen sehr leicht zerbrechlich. »Krystallform und Unlöslichkeit scheinen auf ein schwefelsaures schwerlösliches Erdsalz zu deuten.« Auf mikrochemischem Wege lässt sich die Entscheidung nicht führen. Müller begnügt sich daher mit dem vorläufigen Ergebniss (p. 58), »dass die Krystalle einem mit schwefelsaurem Strontian und schwefelsaurem Baryt isomorphen schwerlöslichen Körper oder einer mit diesen isomorphen schwerlöslichen Verbindung angehören.« — Häckel (5 p. 82) fügt hinzu, dass er bei Messina häufig *Collozoum inerme*, *C. coeruleum*, *Sphaerozoum punctatum*, *S. italicum*, *S. ovodimare* und *S. acuferum* mit zahllosen sehr kleinen Krystallen bemerkt habe. Bei *Collosphaera Huxleyi* fand er (p. 536) bald »nur 10—20 sehr grosse, bald mehrere Hundert sehr kleine Krystalle«. — Dönitz (13 p. 77) giebt an, dass die kleinen Krystalle von *Collozoum* von Schwefelsäure nicht angegriffen werden. In anderen Fällen sah er zwischen den wasserhellen Bläschen »feste Körper liegen, welche keine entschiedene Krystallform haben. Nach Zusatz von Schwefelsäure treten sie deutlicher hervor, quellen etwas auf und erscheinen dann als unregelmässig ovale, granulirte Körper. Nach dem zu urtheilen, was man bis jetzt über die Krystalle der Radiolarien ermittelt hat, muss man diese Körper für die Bildungsstätte der Krystalle oder für die ersten Anfänge der Krystalle selbst ansehen. Ein Analogon würden etwa die krystallisirten Eiweisskörper bilden.« — Cienkowski (14 p. 375) stellte fest, dass bei *Collosphaera spinosa* jedem Schwärmer »ein krystallinisches, an beiden Polen abgerundetes oder zugespitztes Stäbchen (0,004 mm lang)«, mitgegeben wird, und dass bei *Collozoum inerme* vor der Zoosporenbildung nicht selten eine Menge kleiner krystallinischer Stäbchen gebildet wird, die ganz denen der *Collosphaera*-Zoosporen gleichen. »Diese Stäbchen scheinen indessen für die weitere Formung des Inhaltes von keiner Bedeutung zu sein, da ähnlich sich verhaltende Kapseln mit oder ohne Stäbchen in derselben Kolonie nicht selten vorkommen«. — Hertwig (15 p. 29) bezweifelt die organische Constitution der Krystalle. Zu der Annahme, dass sie organischer Natur sind, wird er durch folgende Gründe gedrängt: Die Krystalle »zeichnen sich durch ihren fettähnlichen Glanz aus; sie besitzen keineswegs wie echte Krystalle scharfe Kanten und Ecken, vielmehr sind dieselben abgerundet. In Säuren und Alkalien lösen sich die Körper nicht auf, verändern jedoch bei längerer Einwirkung ihre Form, so dass die anfänglich glatten Contouren runzelig werden.« Glühversuche, welche allein zu endgültiger Entscheidung führen können, unterblieben. — Durch Vergleichung zahlreicher in Schwärmerbildung begriffener Collozoen gelangte Hertwig zu einer Vorstellung von der Ausbildung der Krystalle. »Zuerst erscheinen sie nur wie verlängerte und beiderseits zugespitzte Körnchen.« Je eins derselben ist je einem Kern dicht angelagert, so dass auch die Krystalle eine äusserst regelmässige Anordnung erkennen lassen. »Allmählich wachsen dann die kleinen stäbchenförmigen Körper zu den wetzsteinförmigen Krystallen heran«, deren je einer später in jeden Schwärmer übernommen wird. Dagegen bleiben die grossen »Cölestinkrystalle« von *Collosphaera Huxleyi* beim Entleeren der Schwärmer in der Gitterkugel zurück. Die kleinen Krystalle, welche bei *Collosphaera* in die Schwärmer übergehen, besitzen nach Hertwig (p. 39) eine geringere Grösse als die von *Collozoum* und unterscheiden sich auch in der Form von ihnen, da sie prismatisch und nicht in ihrer Mitte verdickt sind und an beiden Enden durch schräge Flächen abgestutzt werden. — In seiner späteren Arbeit (17 p. 113) fügt Hertwig keine neuen Thatsachen hinzu. Die Krystalle seien ihrer Bedeutung nach ganz unaufgeklärt. Bezüglich der grossen Krystalle von *Collosphaera* spricht er die Vermuthung aus, dass sie aus Stoffen bestehen, die als unbrauchbar ausgeschieden werden, da sie nicht in die Schwärmer übergehen. — Brandt (18 p. 394 Anm.) bemerkte auch bei den »krystalllosen« bohnenförmigen Schwärmern von *Colloz. inerme* und *Collosph. Huxleyi* zuweilen sehr kleine Krystalle, die in Form und Beschaffenheit mit denen der »Krystallschwärmer« übereinstimmen.

Die Krystalle fehlen den Sphaerozoëen während des vegetativen Zustandes, also während des grössten Theiles ihres Lebens, vollkommen und sind nur während des fructificativen und des Schwärmzustandes vorhanden. Sie sind also ebenso wenig wie die Pigmentkörner regel-

mässige Inhaltsbestandtheile der Sphaerozoëen. Nach den vorliegenden Literaturangaben sind bei allen Sphaerozoëen mit Ausnahme von *C. pelagicum* und *Sph. spinulosum* Hck. Krystalle beobachtet, bei *Collosph. Huxleyi* ausser den gewöhnlichen kleinen, auch sehr grosse Krystalle. Ich habe auch bei den früher noch nicht bekannten Arten, sowie bei *C. pelagicum* Krystalle gefunden, habe sie dagegen bei *Sph. acuferum* (Häckel's *Sph. italicum* + *Rhaphidozoum acuferum*) bisher stets vermisst.

Nach der Art des Vorkommens und der Grösse sind 2 Arten von Krystallen zu unterscheiden.

1) Die grossen Krystalle, welche bisher nur bei *Collosph. Huxleyi* gefunden sind, treten bei beiden Arten der Schwärmerbildung auf, und zwar in der Nähe der Oelkugel, ausserhalb der Pigmentschicht. Ihre Anzahl steht zur Grösse der Individuen, die bei dieser Species auffallend verschieden ist und von der Grösse der Schale abhängt[1]), in Beziehung. Kleine Indiduen enthalten nur wenige, grosse bis 40 oder 50 solche Krystalle. Die Gestalt ist meist sargdeckelförmig, doch kommen auch verschiedene andere Formen vor (Taf. 4 Fig. 63*a*—*e*, 65, 51, Taf. 5 Fig. 56). In seltenen Fällen sind mehrere Krystalle eines Individuums zu einer Krystallgruppe vereinigt (Taf. 4 Fig. 65). Die Krystalle erreichen eine Länge von etwa 35—50 μ und eine Breite von 12—22 μ. Sie bleiben beim Austreten der Schwärmer sämmtlich in den Gitterschalen zurück und werden allmählich vom Seewasser aufgelöst.

2) Die kleinen Krystalle, welche bei sämmtlichen Arten während der Isosporen-Bildung, und zwar in der Nähe der Kerne[2]), auftreten, werden in so grosser Anzahl gebildet, wie Schwärmer entstehen, und gehen beim Ausschwärmen in die Isosporen über. Ihre Länge beträgt 4, 5—10 μ. Die grössten Krystalle habe ich bei *C. inerme* und *Myxosph. coerulea*, die kleinsten bei *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* gefunden. — Auch bei der Bildung von Anisosporen treten meist Krystalle auf, die z. B. bei *Collosph. Huxleyi* und *Myxosph. coerulea* von derselben Grösse sind wie die Krystalle der Isosporen, bei *C. inerme* und *Sph. Häckeli* jedoch sich durch bedeutende Kürze auszeichnen. Sie wurden bisher bei der Anisosporen-Bildung von *C. inerme*, *Sph. Häckeli*, *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* beobachtet, kommen aber höchst wahrscheinlich auch in den entsprechenden Entwicklungszuständen von *Siphonosph. tenera* vor. Sie gehen beim Ausschwärmen der Brut stets in die Anisosporen über.

Die Gestalt der kleinen Krystalle ist sehr häufig wetzstein- oder sargdeckelförmig, zeigt aber — wie aus den Figuren der Tafeln 4 und 5 hervorgeht[3]) — bei den verschiedenen Species mannigfache Verschiedenheiten. Auf eine Beschreibung der Eigenthümlichkeiten in der Form der grossen und der kleinen Krystalle glaube ich um so eher verzichten zu dürfen, als

1) s. unten »Extracapsulare Körper«.

2) Ueber die Art des Auftretens bei den einzelnen Arten etc. s. unten bei Isosporenbildung.

3) Isosporen-Krystalle von *C. inerme* siehe Taf. 4 Fig. 49, Taf. 5 Fig. 4, von *C. pelagicum* Taf. 4 Fig. 37, *C. fulvum* Taf. 5 Fig. 7, *Sph. punctatum* Taf. 4 Fig. 41, Taf. 5 Fig. 5, *Sph. neapolitanum* Taf. 5 Fig. 1, *Myxosph. coerulea* Taf. 4 Fig. 48, *Collosph. Huxleyi* Taf. 4 Fig. 63*d*, *Siphonosph. tenera* Taf. 4 Fig. 66; Anisosporen-Krystalle von *C. inerme* Taf. 4 Fig. 67, Taf. 5 Fig. 20, 21, *Sph. Häckeli* Taf. 5 Fig. 28, *Myxosph. coerulea* Taf. 5 Fig. 53, *Collosph. Huxleyi* Taf. 5 Fig. 56, *Acrosph. spinosa* Taf. 5 Fig. 50*a*, *b*.

eine echte Krystallform eigentlich nie nachzuweisen ist. Die Kanten und Ecken sind nicht, wie bei echten Krystallen, scharf, sondern fast stets mehr oder weniger abgerundet. Deshalb und wegen des verhältnissmässig sehr bedeutenden Lichtbrechungsvermögens ist die Form, besonders bei den kleinen Krystallen, schwer festzustellen. Gegen die Auffassung dieser Gebilde als echte Krystalle spricht ferner das Verhalten beim Zerdrücken. Die grossen Krystalle von *Collosph. Huxleyi* werden dabei stets in verschieden geformte, ganz unregelmässige Bruchstücke, welche nicht die geringste Aehnlichkeit mit Krystalltrümmern haben, zersprengt. Die in die Schwärmer übergehenden Krystalle sind ausserdem stets nur sehr schwach doppeltbrechend[1]) und sind auch in dieser Hinsicht Krystalloiden sehr ähnlich. Weitere Gründe gegen die Krystallnatur ergeben sich aus dem chemischen Verhalten.

Ueber das mikrochemische Verhalten der Krystalle haben Müller und Hertwig bereits eingehende Mittheilungen gemacht. Müller's Angaben sind aber nur insofern zutreffend, als sie ein Bild von dem Verhalten der Krystalle nach sehr kurzer Einwirkung der Reagentien geben. Hertwig hat durch eingehendere Untersuchung bereits erkannt, dass die Krystalle keineswegs, wie Müller angegeben hat, in Säuren und Alkalien unverändert bleiben, sondern ihre Form beträchtlich verändern. Hätte er seine Beobachtungen noch länger fortgesetzt, so würde er bemerkt haben, dass die Krystalle unter Umständen sogar gänzlich gelöst werden.

1) Starke Salzsäure beseitigt die kleinen Krystalle der verschiedenen Arten verschieden schnell. Untersucht man krystallführende Kolonien von *Myxosph. coerulea*, die eine Stunde lang in Salzsäure sich befunden haben, so ist ein grosser Theil der Krystalle verschwunden. In einigen Individuen bemerkt man noch kleine Reste oder stark aufgequollene, etwas unregelmässige Krystalle. Sie werden allmählich zu blassen Flecken, von denen nach 4stündiger Einwirkung der Salzsäure gar nichts mehr zu sehen ist. Bei *C. pelagicum* sind die Krystalle schon nach einer Viertelstunde an den der Säurewirkung besonders exponirten Stellen aufgelöst und an anderen stark reducirt. Die Krystalle von *Siphonosph. tenera* erhalten bei Einwirkung von Salzsäure sofort ein rauhes, runzliges Ansehen und werden binnen wenigen Minuten unter Aufquellung gelöst (Taf. 4 Fig. 66). Bei *Collosph. Huxleyi* ist nach 24stündiger Einwirkung von Salzsäure von den grossen wie von den kleinen Krystallen keine Spur mehr zu erkennen.

Auch bei Anwendung von concentrirter Schwefelsäure auf krystallführende Exemplare von *Myxosph. coerulea* war nach 24 Stunden von den Krystallen nichts mehr zu sehen. Die Krystalle von *C. inerme* zeigten schon nach $^1/_4$stündiger Einwirkung von Schwefelsäure Anzeichen beginnender Zerstörung (Taf. 4 Fig. 45 *a*—*c*). Es wurde stets der mittlere Theil des Krystalls zuerst aufgelöst. Nach 2tägiger Einwirkung der Schwefelsäure — die Reaction fand in diesem Falle unter dem Deckglase statt — waren die Krystalle noch nicht völlig zerstört, sondern liessen zuweilen noch den äusseren Contour erkennen und besassen an beiden Enden je eine unregelmässig geformte Ansammlung glänzender Masse. — Auch bei An-

1) In lebenden Isosporen oder den Anlagen derselben sind die Kerne sehr stark, die Krystalle dagegen nur schwach doppeltbrechend. Nach dem Einlegen in Glycerin sind nur noch die Krystalle, in Balsampräparaten nur die Kerne doppeltbrechend.

wendung von Salzsäure war ich in einigen Fällen nicht ganz sicher, ob eine vollkommene Auflösung der kleinen Krystalle stattfindet oder ob nicht 1—2 kleine unregelmässige glänzende Körnchen von jedem Krystall zurückbleiben. Von den grossen Krystallen der *Collosph. Huxleyi* kann ich jedoch mit Bestimmtheit angeben, dass sie durch concentrirte Säuren vollkommen aufgelöst werden.

2) Starke Alkalien wirken weniger schnell auf die Krystalle ein als Säuren. Bei Anwendung von Natronlauge waren die Krystalle von *Siphonosph. tenera*, die durch Säuren sofort angegriffen werden, nach einer halben Stunde noch vollständig unverändert, bei *Myxosph. coerulea* sogar noch nach 2 Stunden.

Auch gegen Kalilauge zeigten die Krystalle eine bedeutende Widerstandsfähigkeit. Die Krystalle von *Myxosph. coerulea* waren nach 20 Stunden noch vollkommen unversehrt, dagegen waren sie nach 40 Stunden sichtlich in Zerstörung begriffen. Die auflösende Wirkung der Kalilauge zeigte sich stets zuerst im mittleren Theile des Krystalls und rückte dann gegen die Enden vor. Nach 88 Stunden waren manche Krystalle noch intact; die meisten aber waren sehr stark zerstört oder gar in wenige glänzende Körner zerfallen. Nach 160stündiger Einwirkung wurden nur noch solche Körner bemerkt. — Die Krystalle von *C. inerme* (Taf. 4 Fig. 46*a—c*) und *Sph. punctatum* verhielten sich im Ganzen ebenso wie die von *Myxosph. coerulea*; nur geschah die Zerstörung bei *C. inerme* langsamer, bei *Sph. punctatum* schneller als bei *Myxosph. coerulea*. Die Krystalle von *Sph. punctatum* waren nämlich schon nach 64stündiger Einwirkung von Kalilauge sämmtlich in unregelmässige Körner zerfallen, während dies bei *C. inerme* auch nach 160stündiger Behandlung mit Kalilauge noch nicht bei allen Krystallen der Fall war. — Bei *Collosph. Huxleyi* habe ich nur auf die grossen Krystalle geachtet. Sie waren schon nach 20 Stunden rauh und rissig geworden. Nach 64 Stunden waren zwar noch alle Krystalle erhalten, doch waren sie sämmtlich erheblich verkleinert und bestanden durchweg aus zahlreichen feinen Längsfasern. Nach 160stündiger Einwirkung waren die meisten Krystalle vollkommen verschwunden; von einigen waren noch kleine faserige Stückchen übrig geblieben, die etwa $^1/_{10}$ der ursprünglichen Länge besassen.

3) Krystallführende Exemplare von *Myxosph. coerulea*, welche acht Tage in einer 15%igen Lösung von Sublimat in Seewasser gelegen hatten, zeigten von Krystallen keine Spur mehr.

4) Wasserfreies Glycerin veränderte die grossen Krystalle von *Collosph. Huxleyi* nicht im geringsten. — Dagegen zeigten 5 Jahre zuvor in wasserhaltiges Glycerin eingelegte Präparate von *C. inerme* und *Sph. punctatum* deutliche Spuren allmählicher Zerstörung an den Krystallen.

5) In Meerwasser wurden die nach dem Ausschwärmen der Isosporen von *Collosph. Huxleyi* in der Gitterschale zurückbleibenden grossen Krystalle binnen 20 Tagen entweder vollkommen aufgelöst oder doch bis auf geringe Reste zerstört.

6) Auch von reinem Süsswasser werden die grossen Krystalle allmählich aufgelöst. In 2 Gläser mit destillirtem Wasser wurde je eine krystallführende Kolonie von *Collosph. Huxleyi* gebracht und dem einen Glase etwas Thymol zugefügt, dem anderen nicht. In beiden Gläsern besassen die grossen Krystalle schon nach 14 Tagen sämmtlich eine rauhe und rissige

Oberfläche. Am 24. Tage liessen in dem thymolisirten Wasser die meisten Nester bereits gar keine Krystalle mehr erkennen; in den übrigen waren nur noch kleine faserige Stückchen von ihnen zurückgeblieben. In dem thymolfreien Wasser waren solche Reste von Krystallen etwas häufiger. Nach zwei Monaten war in beiden Gläsern nichts mehr von Krystallen zu finden.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind folgende:

Die grossen Krystalle von *Collosph. Huxleyi*, welche bei der Schwärmerbildung nicht in die Schwärmer mit übergehen, verhalten sich gegen Reagentien anders als die kleinen Krystalle der verschiedenen Sphaerozoëen-Species. Sie lösen sich in Mineralsäuren, Alkalien und sogar in destillirtem Wasser vollständig auf. In Säuren sind sie schon nach einem Tage, in Alkalien erst nach 6—7 Tagen und in reinem Wasser erst nach 24—30 Tagen vollkommen aufgelöst. Die Auflösung erfolgt in der Weise, dass zunächst die Oberfläche der Krystalle rauh wird, so dass sie bei durchfallendem Lichte schwärzlich erscheinen. Dann wird die ganze Masse allmählich faserig und schwindet zugleich zusehends.[1])

Die kleinen Krystalle dagegen, welche in die Schwärmer übergehen, scheinen sich nur in Säuren und in Sublimat vollkommen aufzulösen, während bei Anwendung von Alkalien kleine unregelmässige Körner übrig bleiben. Die Krystalle verhalten sich je nach den Species Lösungsmitteln gegenüber verschieden. Von den untersuchten Arten lösten sich bei *Siphonosph. tenera* die Krystalle in Säuren am schnellsten, weniger schnell bei *C. pelagicum*, noch langsamer bei *Myxosph. coerulea* und am langsamsten bei *C. inerme*. Bei Behandlung mit Alkalien wurden zuerst die Krystalle von *Sph. punctatum* zerstört, dann die von *Myxosph. coerulea* und schliesslich auch die von *C. inerme*. In allen Fällen tritt aber die Zerstörung der Krystalle durch Alkalien sehr viel später ein, als die Auflösung in Säuren. — Bei Einwirkung von Säuren sah ich mehrfach eine starke Aufquellung und darauf eine fast gleichmässige Auflösung stattfinden. In Alkalien dagegen (ausserdem auch bei Behandlung der Krystalle von *C. inerme* mit Schwefelsäure) begann die Zerstörung nie von allen Seiten oder von den beiden Enden aus, sondern stets von der Mitte her. Die äussere Umgrenzung des Krystalls blieb noch eine Weile erhalten, wenn an den beiden Enden nur noch je ein kleines unregelmässiges Korn übrig war. Endlich wurden die Körner isolirt. Ob dieselben auch schliesslich noch aufgelöst werden, vermag ich nicht anzugeben. Ebenso wenig habe ich das Verhalten der kleinen Krystalle gegen Wasser kennen gelernt.

Die eigenthümliche Art der Auflösung spricht ebenso sehr, wie die abgerundete Gestalt, das Verhalten beim Zerdrücken, die schwache Doppelbrechung und der starke, fettartige Glanz, gegen die Krystallnatur der in Rede stehenden Gebilde. Man wird sie besser als Krystalloide bezeichnen.

---

1) Nur in einem Balsampräparat von *Collosphaera* fehlte bei den grossen Krystallen, ähnlich wie bei den in Zerstörung begriffenen kleinen Krystallen, die Krystallsubstanz im mittleren Theile gänzlich, so dass die Krystalle tief ausgehöhlt erschienen (Taf. 4 Fig. 50 *a, b*). Wodurch diese Zerstörung der Krystalle bedingt war, vermag ich nicht anzugeben; andere ebenso behandelte (Jodspiritus, Hämatoxylin, Balsam) Kolonien zeigten vollkommen unveränderte Krystalle.

Die kleinen Krystalle scheinen sicher aus einer organischen Substanz zu bestehen. Schon bei mässigem Glühen verlieren sie ihre Form vollkommen, und nach starkem Glühen ist von ihnen nichts mehr zu entdecken. Die grossen Krystalle dagegen bleiben beim Glühen der Form nach erhalten. Zuweilen wurde ihre Oberfläche rissig (Taf. 4 Fig. 52), gewöhnlich aber unterschieden sie sich auch nach langem Glühen[1]) nur durch ein bedeutend geringeres Lichtbrechungsvermögen von den nicht geglühten Krystallen. Geglühte Krystalle zeigten bei Behandlung mit concentrirter Salzsäure nach einer Viertelstunde noch keine Veränderung; nach 20 Stunden waren sie aber vollkommen aufgelöst. Die grossen Krystalle verhalten sich also auch beim Glühen anders als die kleinen. Die bedeutende Abnahme ihres Lichtbrechungsvermögens bei starkem Erhitzen spricht jedoch dafür, dass auch sie viel organische Substanz enthalten.

Ebenso wie die Farbstoffkörner sind wohl auch die grossen Krystalle, welche wie jene im Umkreise der Oelkugel gebildet werden, als Excretionsstoffe aufzufassen, die bei der Umbildung, welche die Substanzen innerhalb der Centralkapselmembran im Verlaufe der Schwärmerbildung erleiden, ausgeschieden werden und als unbrauchbar in den Resten des zerfallenden Mutterkörpers zurückbleiben. Die kleinen Krystalle dagegen, welche in der Nähe der Kerne entstehen, wird man als Reservestoffe zu bezeichnen haben, die den Schwärmern mitgegeben werden, um dieselben während ihres freibeweglichen Zustandes zu ernähren.

6. Pigment.

Huxley (2 p. 434) bemerkte eine »bläuliche Färbung« der Individuen bei der mit Gitterschalen versehenen Varietät seiner *Thalassicolla punctata* (= *Collosph. Huxleyi* Müll.). — Müller (3 p. 56) studirte das Pigment von *Collosph. Huxleyi* und erkannte, dass die blaue Farbe »kleinen Pigmentkörnchen des Inhaltes« anhaftet. »In den Weingeistexemplaren ist die blaue Farbe gänzlich verschwunden. Man erkennt jetzt in dem Inhalt der Zelle ... eine Menge kleiner heller rundlicher oder länglich runder Körnchen, welche oft an dem einen oder beiden Enden zugespitzt sind, nicht krystallinisch.« (Dm. $^1/_{360}$—$^1/_{300}$‴). Solche Körnchen wurden einmal auch bei *Sph. punctatum* bemerkt. — Häckel (5) ergänzte Müller's Angaben in wesentlichen Punkten. Er bestätigte (p. 77), dass die Farbe an geformten Elementen haftet, zeigt aber (p. 535), dass Müller im Irrthum gewesen sei, wenn er das Pigment und die grossen Krystalle als charakteristisch für *Collosph. Huxleyi* ansah. Beide sind keine constanten Inhaltsbestandtheile und kommen auch nicht immer gleichzeitig vor. In demselben Qualster ist zuweilen ein Theil der Nester (der innerste) tief blau, der andere farblos. »Die Träger der blauen Farbe, welche bald mehr rein azur, bald mehr röthlich oder violett ist, und in der Intensität sehr wechselt, sind kleine, scharf contourirte, stark lichtbrechende Körner, bald rundlich, bald stabförmig verlängert, oft an einem oder beiden Enden zugespitzt oder in ein rundes Knöpfchen angeschwollen, von der Form einer Spindel oder eines Trommelklöpfels.«[2]) Aehnliche Pigmentkörner fand Häckel ausserdem bei dem von ihm entdeckten *C. coeruleum* (5 p. 524). »Die dunkelblauen Pigmentkörner wurden durch Mineralsäuren nicht verändert, durch Kali dagegen entfärbt und zu einer anfangs blassblauen, zuletzt völlig farblosen Flüssigkeit gelöst. Diese Farbstoffkörner, welche für *C. coeruleum* specifisch unterscheidend zu sein scheinen, sind meistens sehr fein und klein, scheinbar amorph, wie ein

1) Anfangs glühte ich die krystallführenden Kolonien auf Glas. Da aber die Objectträger zersprangen und die Deckgläschen schmolzen, ehe die Krystalle zerstört waren, so nahm ich das Glühen später auf Glimmerblättchen vor und konnte so andauernder und stärker erhitzen.

2) Ebenso oder doch sehr ähnlich scheint der Form und Farbe nach auch das Pigment von *Cyrtidosphaera reticulata* zu sein (s. 5 p. 349).

feiner pulveriger Staub; seltener sind es grössere, unregelmässig rundliche oder eckige Körner, und noch seltener kleine, dünne, rundliche Stäbchen, welche bisweilen an beiden Enden etwas kolbig angeschwollen sind. Die Farbe ist immer ein intensives Dunkelblau, etwas ins Röthliche fallend, bisweilen fast violett. Die Menge der blauen Farbstoffkörner entspricht meist der Menge der Krystalle; bisweilen sind sie aber auch zahlreich vorhanden, wenn letztere ganz fehlen.« »In den meisten Fällen sind die Farbstoffmassen und die Krystalle rings um die centrale Oelkugel als ein dichter undurchsichtiger dunkelblauer Hof angehäuft, welcher aussen ringsum von einer wasserhellen Lage der farblosen Bläschen umgeben ist.« »Wenn dagegen das Pigment reichlicher ist, so erfüllt es auch alle Zwischenräume zwischen den kugligen wasserhellen Bläschen des peripherischen Nestinhalts und erscheint dann entweder an der Oberfläche der Nester in netzförmigen Zügen, zwischen denen als farblose Maschen die äussersten Bläschen sichtbar bleiben, oder aber es nimmt so sehr überhand, dass es auch diese völlig verdeckt, und schliesslich das ganze Nest als eine vollkommen undurchsichtige Kugel erscheint.« — Dana (6) hat bei *Sphaerozoum orientale* (Pacif. Ocean) blaues Pigment gesehen. — Dönitz (13 p. 73) will ein »gelbes Pigment« in jungen Collozoen bemerkt haben. In etwas älteren Centralkapseln beobachtete er »kleinere und grössere discrete Körnchen von intensiverer moosgrüner Farbe und Kügelchen, deren Lichtbrechungsvermögen an Fetttropfen erinnerte und deren Farbe ein mattes Blaugrün war.« — Ferner sagt Cienkowski (14 p. 374) von *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa*: »Der Inhalt der Kapsel ist bei beiden Arten homogen, hin und wieder schwach violett gefärbt und schliesst eine centrale Oelblase ein.« — Endlich giebt Hertwig (15 p. 39) an, dass bei *Collosph. Huxleyi* das blaue Pigment nicht mit in die Schwärmeranlage übergenommen wird, sondern mit den grossen »Cölestin«-Krystallen in den entleerten Centralkapseln unverändert zurückbleibt. —

Bei *Collosph. Huxleyi*[1]) und *Myxosph. coerulea* tritt ein blauer Farbstoff in den Nestern auf, sobald die Bildung der Schwärmer beginnt. Die vegetativen Zustände der beiden Arten sind im allgemeinen vollkommen farblos[2]). Häckel's Angabe, dass die Individuen von *Myxosph. coerulea* stets, die von *Collosph. Huxleyi* in »mehreren Varietäten« blaues Pigment enthalten, ist also nicht ganz zutreffend. Die Farbstoffkörner gehören ebenso wenig wie die Krystalle zu den regelmässigen Inhaltsbestandtheilen koloniebildender Radiolarien.

Der Farbstoff findet sich nie diffus, sondern stets in Form von kleinen (Dm. 0,0007—0,002 mm), häufig unregelmässig gestalteten Körnern (Taf. 2 Fig. 14). Diese Pigmentkörner sind homogen und lösen sich bei Behandlung mit gewissen Reagentien (s. u. p. 46) vollkommen, ohne ein Substrat zu hinterlassen, auf. Die Färbung der Körner ist blau, blauviolett, violett oder röthlich violett. Bei den Individuen derselben Kolonie haben die Körner stets den gleichen Farbenton. Rein blaue Körner kommen bei *Collosph. Huxleyi* häufiger vor als bei *Myxosph. coerulea*, wo die mehr oder weniger violette Färbung überwiegt.

Die Pigmentkörner treten etwa gleichzeitig mit den Krystallen auf, doch sind sie zuweilen schon vor diesen in grosser Menge vorhanden oder werden in anderen Fällen erst gebildet, wenn die Krystalle schon zahlreich und ziemlich gross sind. Die Bildung von Krystallen fällt also zeitlich nicht genau mit derjenigen des Pigmentes zusammen. Die Krystalle verdanken demnach anderen Stoffumsetzungen ihr Dasein, als die Pigmentkörner; da aber die beiden chemischen Vorgänge, sowohl der, welcher die Bildung von Krystallen

1) Cienkowski's oben angeführte Bemerkung kann man nur so verstehen, dass auch bei *Acrosph. spinosa* der Kapselinhalt »hin und wieder schwach violett« gefärbt sei. Das ist jedoch nach meinen Beobachtungen nicht der Fall. Möglicherweise wollte der Autor seine Angabe über die Färbung nur auf *Collosph. Huxleyi* bezogen wissen.

2) Nur ganz junge vegetative Kolonien von *Collosph. Huxleyi* enthalten, wie Häckel bereits erkannte, zuweilen blaue Pigmentkörner.

bewirkt, als auch derjenige, welcher die Bildung von Pigment zur Folge hat, bei Beginn der Sporenbildung auftreten, so fallen sie häufig zusammen.

Die Pigmentkörner treten bei beiden Species stets in der unmittelbaren Umgebung der Oelkugel auf. Sie sind anfangs regelmässig über die Oberfläche der Oelkugel vertheilt (Taf. 2 Fig. 10) und besitzen ziemlich übereinstimmende Grösse und fast kugelige Gestalt. Bei weiterer Zunahme des Pigmentes wird dasselbe zunächst in der Nähe der Oelkugel angehäuft, so dass diese schliesslich dicht mit blauen Körnermassen bedeckt ist. Später wird ein Theil des Pigmentes zwischen die keilförmigen Portionen des farblosen Centralkapselinhaltes gedrängt. Endlich liegt bei Individuen, welche fast vollkommen reife Schwärmer enthalten, das Pigment zum grossen Theile an der Innenseite der Centralkapselmembran, ein anderer Theil befindet sich zwischen den Schwärmeranlagen, und der Rest im Centrum des Nestes auf dem Platze der jetzt verbrauchten Oelkugel (Taf. 2 Fig. 11, Taf. 4 Fig. 11). In einzelnen Fällen war (bei *Myxosph. coerulea*) so wenig Pigment gebildet worden, dass kurz vor dem Austreten der Schwärmer nur ein kleiner, central gelegener Klumpen vorhanden war.

Die Pigmentkörner bleiben, wie Hertwig bereits richtig angegeben hat, beim Ausschwärmen der Isosporen zurück und gehen wie die übrigen zurückbleibenden Theile des Radiolarienkörpers zu Grunde. Nur in ganz vereinzelten Fällen habe ich beobachtet, dass der eine oder der andere Schwärmer von *Myxosph. coerulea* oder *Collosph. Huxleyi* ein Pigmentkorn enthielt. Die Farbstoffkörner sind also Excretionsstoffe, die im Verlaufe der Schwärmerbildung gebildet werden und beim Ausschwärmen zurückbleiben und zu Grunde gehen. —

Bei beiden Arten, *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi*, stimmen die blauen Farbstoffkörner in Grösse, Form, Färbung, Art des Auftretens und in ihrem Schicksal beim Austreten der Schwärmer überein. Ich kann hinzufügen, dass sie sich auch in chemischer Hinsicht übereinstimmend verhalten. Mir standen leider nicht so zahlreiche Exemplare zu Gebote, dass ich eine ausreichende Menge eines wässrigen Auszuges des Farbstoffes zur genaueren Untersuchung hätte herstellen können, sondern musste mich damit begnügen, die Reagentien in einem Schälchen oder unter dem Deckglase auf die lebenden Objecte direct einwirken zu lassen.

1) Destillirtes Wasser löst die Farbstoffkörner binnen 10—30 Minuten vollständig auf. Die Individuen sind nachher vollkommen farblos.

2) Auch in Seewasser werden die durch Quetschen isolirten Pigmentkörner in kurzer Zeit aufgelöst. Dasselbe kann man beobachten, wenn die Thiere abgestorben sind und in Seewasser maceriren. Die Pigmentkörner verschwinden gänzlich, so dass der Centralkapselinhalt nach wenigen Stunden farblos ist.

3) In absolutem Alkohol ist der Farbstoff unlöslich. Nach mehrwöchiger Einwirkung sind die Pigmentkörner noch vollkommen erhalten.

4) Dagegen löst Spiritus von 70% wegen des Gehaltes an Wasser die blauen Körner schon nach einer halben Stunde auf. Deshalb sind auch die in Spiritus conservirten Exemplare stets entfärbt. Um bei Einwirkung von absolutem Alkohol ein zuverlässiges Resultat zu erzielen, muss man den Alkohol in den ersten Minuten wiederholt

wechseln, damit das in der Kolonie enthaltene Wasser nicht schliesslich noch lösend wirkt. Joh. Müller muss diese Vorsichtsmaassregel verabsäumt oder auch verdünnten Alkohol angewendet haben. Jedenfalls ist die einzige Angabe, die er über das chemische Verhalten macht, unzutreffend. Ferner ist die Angabe unrichtig, dass in den entfärbten Weingeistexemplaren die Pigmentkörner entfärbt, aber noch erhalten sind. In Wasser oder verdünntem Alkohol werden die (isolirten) Körner selbst aufgelöst, und nicht etwa nur der Farbstoff ausgezogen. Die Gebilde, welche Müller für die entfärbten Pigmentkörner angesehen hat, sind wahrscheinlich in der Ausbildung begriffene kleine Krystalle gewesen. Diese Vermuthung wird durch die weitere Angabe Müller's, dass solche Körnchen auch bei *Sph. punctatum* beobachtet wurden, noch sehr viel wahrscheinlicher gemacht.

5) Chloroform und Aether bewirken ebensowenig wie Alcohol absolutus eine Auflösung der Pigmentkörner.

6) Der Einwirkung von Glycerin widerstehen die Körner etwa 2—3 Stunden; dann lösen sie sich allmählich auf. Die Zellkerne nehmen den Farbstoff begierig auf, so dass kurze Zeit nach Auflösung der Pigmentkörner die Kerne sämmtlich blassblau gefärbt sind, während der übrige Centralkapselinhalt völlig farblos ist. Die Färbung der Kerne ist jedoch keineswegs dauerhaft, sondern wird immer blasser und verschwindet nach 2 Tagen gänzlich, so dass der Farbstoff jetzt vollkommen in Lösung ist. — Da ich nicht sicher war, ob das zu den Versuchen angewendete Glycerin wasserfrei sei, so dampfte ich eine Quantität davon ein und liess es dann auf *Collosph. Huxleyi* einwirken. Es zeigte sich, dass auch von wasserfreiem Glycerin die Pigmentkörner in wenigen Stunden gelöst werden; doch ergab sich weiterhin, dass der Farbstoff noch nach 30tägiger Einwirkung den Kernen anhaftete, so dass die Färbung des Centralkapselinhaltes noch ziemlich ebenso intensiv war wie im Leben.

7) Verfolgt man die Einwirkung von Säuren (conc. Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Essigsäure, 0,5—1 % Chromsäure, gesättigte wässrige Pikrinsäure-Lösung etc.) makroskopisch, so sieht man, dass die im Leben blau erscheinenden Nester momentan violett und nach einiger Zeit blass-roth und schliesslich farblos werden. Findet die Einwirkung unter dem Mikroskope statt, so erkennt man, dass nicht allein die Umfärbung des Farbstoffes, sondern auch die Auflösung der Pigmentkörner im Momente der Einwirkung der Säure stattfindet. Die Farbe geht unmittelbar darauf in die Kerne über[1]), wird hier immer mehr roth und zugleich blasser, und schwindet nach 20—30 Minuten gänzlich. Die abweichende Angabe Häckel's, dass die Pigmentkörner »durch Mineralsäuren nicht verändert werden«, vermag ich mir nur so zu erklären, dass er die Reaction an einem mit Deckglas bedeckten Stück einer Kolonie vorgenommen hat, und dass die Säure durch die Gallerte aufgehalten wurde. Ich sah ausnahmslos bei Einwirkung von verdünnten oder concentrirten Säuren auf den blauen Farbstoff von *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi* eine rasche Auflösung und Umfärbung der Pigmentkörner und nach spätestens einer halben Stunde eine vollständige Beseitigung der Farbe stattfinden.

1) Aehnliche Erfahrungen hat Grenacher (Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, Göttingen 1879 p. 24) am Spinnenauge gemacht.

8) Bei Anwendung von Alkalien (gesättigter Ammoniaklösung, etwa 30%iger Lösung von Kali- oder Natronlauge) wird der blaue Farbstoff schnell diffus, indem die Körner sich auflösen. Dabei verändert sich aber die blaue Färbung nicht. Die Farbe haftet bei Anwendung von Natronlauge etwa 15 Minuten, bei Behandlung mit Ammoniak circa eine Stunde den Kernen an, wird dabei immer blasser und schwindet nach Ablauf der angegebenen Zeit vollständig. Eine Umfärbung des Farbstoffes, wie sie bei Behandlung mit Säuren stets eintritt, sah ich bei Anwendung von Alkalien niemals stattfinden.

9) Sublimat verwendete ich in concentrirter (15%iger) Lösung in Seewasser. Bei *Myxosph. coerulea* wurde durch eine solche Lösung der Farbstoff in 10 Minuten, bei *Collosph. Huxleyi* der dickeren Membran wegen in 45 Minuten vollständig beseitigt. Während des Ausziehens haftete der Farbstoff kurze Zeit den Kernen an, doch wurden dieselben nicht so tief gefärbt, wie bei Behandlung mit Säuren oder Alkalien.

10) Endlich sei noch erwähnt, dass durch Chlorzinkjod, sowie durch Eisenchlorid der Farbstoff schnell diffus und in kurzer Zeit (10—15 Minuten) ganz beseitigt wird. —

Der Farbstoff wird also rasch gelöst in Wasser, Meerwasser, verdünntem Alkohol, Säuren, Alkalien und Sublimat, sehr langsam gelöst in Glycerin. Bei Anwendung von Säuren findet stets eine Umfärbung statt. Die Kernsubstanz wurde meist durch den aufgelösten Farbstoff vorübergehend tingirt, besonders bei Anwendung von Glycerin, Säuren, Alkalien und Sublimat. Die Pigmentkörner sind unlöslich in absolutem Alkohol, Aether und Chloroform.

Die mikrochemischen Untersuchungen, deren Resultate im Vorstehenden kurz angeführt sind, wurden stets in doppelter Weise vorgenommen. Einmal wurden lebende Kolonien oder Stücke derselben mit wenig Meerwasser auf den Objectträger gebracht nnd mit dem Deckglase bedeckt. Ein Theil der Nester wurde durch leichtes Klopfen auf die eine Seite des Deckglases zersprengt, so dass ein Theil des Pigmentes isolirt wurde, während in den unversehrten Nestern das Pigment von Plasma etc. umhüllt war. Darauf wurde das Reagens von einer Seite des Deckglases zugeführt und an der andern Seite abgesaugt. Durch mikroskopische Beobachtung konnte dann entschieden werden, ob die isolirten Körner sich auflösen oder nicht, und ausserdem festgestellt werden, ob die im Plasma befindlichen Körner bei ihrer Auflösung Theile des Cnntralkapselinhaltes färben. Zweitens aber war bei der ansehnlichen Grösse der zu untersuchenden Kolonien noch die direkte Einwirkung der Reagentien auf die in Schälchen befindlichen lebenden Kolonien möglich. Von Zeit zu Zeit wurden Stücke der Kolonien mikroskopisch untersucht und die inzwischen eingetretenen Veränderungen constatirt. Dabei konnte man sicherer als bei dem anderen Verfahren die Zeit bestimmen, innerhalb welcher die Veränderungen durch die Reagentien stattfinden. Auch die Art der Veränderung kann hierbei mit grösserer Bestimmtheit festgestellt werden, da unter dem Deckglase das Reagens an den verschiedenen Stellen in verschiedener Concentration (besonders bei Beginn der Untersuchung) einwirkt, und ausserdem die plasmatischen und gallertigen Theile die Einwirkung oft lange hemmen. Andererseits hat aber auch die mikroskopische Beobachtung der allmählichen Einwirkung von Reagentien eine bedeutende Wichtigkeit. Nur bei gleich-

zeitiger mikroskopischer Beobachtung kann man z. B. entscheiden, ob die Körner vollständig gelöst werden oder ob sie eine Grundlage besitzen. —

Die Farbstoffkörner von *Collosph. Huxleyi* und *Myxosph. coerulea* zeigen in Färbung und Form grosse Aehnlichkeit mit denjenigen mancher Cölenteraten. So habe ich mich z. B. davon überzeugt, dass bei *Velella* und *Porpita* blaue Körper von gleicher Grösse und ähnlich unregelmässiger Form vorkommen, wie bei den genannten Radiolarien. Ich prüfte im Herbste 1884[1]) einige Exemplare von *Porpita* auf ihr Verhalten gegen die oben angegebenen Reagentien und überzeugte mich, dass auch in dieser Hinsicht eine grosse Aehnlichkeit, aber keineswegs eine volle Uebereinstimmung mit dem blauen Farbstoffe der Radiolarien besteht. Auch mit dem von Krukenberg[2]) genauer untersuchten Cyaneïn, dem Farbstoffe von *Rhizostoma Cuvieri*, stimmt — soweit bei der Unvollkommenheit meiner Beobachtungen ein Vergleich möglich ist — der blaue Farbstoff der *Collosphaera* etc. nicht vollkommen überein. Die Abweichungen und Uebereinstimmungen ergeben sich aus der nachstehenden Uebersicht:

	Collosph. Huxl. u. *Myxosph. coerul.*	*Porpita.*	*Velella.* (Nach A. und G. de Negri[3]).	*Rhizostoma.* (Nach Krukenberg.)	*Cyanea.* (Nach Mc. Kendrick[4]).
Wasser.	Leicht löslich.	Leicht löslich.	Löslich.	Leicht löslich.	
Meerwasser.	Löslich.	Löslich.			Löslich.
Säuren.	Selbst v. schwachen Säuren gelöst und dabei umgefärbt (roth).	(Von concentr. Salzsäure) umgefärbt (blass roth) und gelöst.	Wässrige Lösung durch Säuren roth gefärbt.	Stärkere Säuren scheiden aus der wässrigen Lösung den Farbstoff in braunen oder gelbbraunen Flocken aus.	Löslich.
Alkalien.	Löslich.	Schnell zu einer blauen Flüssigkeit gelöst.	Wässrige Lösung wird amethystfarben gefärbt.	Wässrige Lösung wird amethystfarben gefärbt.	Unlöslich.
Sublimat.	Löslich.	Violett, dann roth. Nicht gelöst.		Ohne Einwirkung auf die wässrige Farbstofflösung.	
Glycerin.	Sehr langsam aufgelöst. (Haftet noch nach 30tägiger Einwirkung den Kernen an.)	Langsam gelöst. (Nach 15 Stunden noch diffus in den Geweben.)		Unlöslich. Verändert die wässrige Lösung nicht.	
Alkohol.	Weder gelöst noch umgefärbt.	Sofort umgefärbt (roth) und nach 20 Minuten vollkommen gelöst.		Wie stärkere Säuren.	
Aether. Chloroform.		Nach einiger Zeit ziegelroth.	Unlöslich.	Wie stärkere Säuren.	

1) *Velella* kam während des letzten Jahres meines Aufenthaltes in Neapel im Golfe leider nicht vor; ich hätte sonst gern einige Angaben früherer Autoren geprüft.

2) F. W. Krukenberg, Ueber das Cyaneïn und Asterocyanin in: Vergl.-physiol. Studien. 2. Reihe 3. Abth. 1882. p. 62—71 — und: Antwort auf Herrn Dr. Blanchard's Notiz über das Cyaneïn in: Zool. Anzeiger. 6. Jahrg. 1883. p. 215—216. 3) vergl. Krukenberg. 4) vergl. Krukenberg.

Ausser bei *Collosph. Huxleyi* und *Myxosph. coerulea* bemerkte ich zuweilen auch bei *Sph. punctatum* und *Sph. neapolitanum* in krystallführenden Nestern einige blaue Pigmentkörner. Die Erscheinung war jedoch nur sehr selten. Ueber das gelbe, grüne und braune Pigment, welches Häckel (5 p. 123 und 530) und Dönitz in einigen Sphaerozoëen beobachtet haben, kann ich keine Angaben machen.

7. Gallerte.

Schon Meyen (1 p. 160 ff.) bemerkte, dass eine »schleimig-gallertartige Masse« die einzelnen Individuen umschliesst und fest zusammenhält. Diese Eigenschaft erscheint ihm sogar so wichtig, dass er deshalb die Radiolarien mit den Palmellaceen vergleicht und mit einem entsprechenden Namen (Palmellaria) belegt. — Ganz ähnlich sagt Huxley (2 p. 434) von den verschiedenen Varietäten seiner *Thalassicolla punctata*, dass die Individuen in einer transparenten, farb- und structurlosen, gelatinösen Masse liegen, und vergleicht aus diesem Grunde diese Radiolarien mit Palmellaceen. — J. Müller (3 p. 6) dagegen betrachtet das Vorhandensein von Gallerte als eine Leichenerscheinung. »Bei den todten Exemplaren sind die fadigen Ausläufer im ganzen Umfang des Meerqualsters mehr oder weniger in eine Gallerte verwandelt oder darin verhüllt, welche an frischen und lebendigen Exemplaren zwischen den frei auslaufenden äusseren Enden der Fäden gar nicht vorhanden ist, so dass an lebenden Sphaerozoen überhaupt eine Gallerte nicht sichtbar ist. Auch sind die todten Exemplare auf der Oberfläche der Gallerte gewöhnlich mit einem Auflug von Schmutz bedeckt, was bei lebendigen Exemplaren nicht der Fall ist, deren ganzer Umfang überall nichts als die frei auslaufenden hellen Fäden erkennen lässt«. Bei absterbenden Polycystinen (p. 9) »sind auch die Fäden mehr oder weniger durch eine gallertige Ausschwitzung verhüllt, welche im frischen und lebendigen Zustande nicht vorhanden ist«. — Häckel spricht sich (5 p. 107—110) dahin aus, dass die Gallerte nicht ausschliessliches Leichenphänomen ist, sondern auch im Leben bei Reizung der Thiere eintritt und dann wieder völlig rückgängig werden kann. Bei lebenden und ganz unverletzten Thieren findet sich dagegen »keine Spur von Gallerte«. Nach seinem Dafürhalten entsteht die Gallerte in Folge von Reizen oder beim Absterben durch Imbibition der äusserst quellungsfähigen Sarkode, und nicht, wie J. Müller andeutete, durch Exsudation. — Schneider (8 p. 511) giebt kurz an: »Die gallertige Beschaffenheit der extracapsulären Sarkode zeigt keineswegs das Absterben des Thieres an«. —

Hertwig (15 p. 21, 24) wurde durch seine sorgfältigen Untersuchungen zu der schon von Huxley vertretenen Anschauung geführt. Die zarte Gallerte der Collozoen ist nicht »ein Zeichen des Todes oder ein Product einer pathologischen Veränderung der Pseudopodien«, sondern existirt auch »am frischen völlig intacten Thiere«. Zu dieser Auffassung wurde er namentlich durch den Umstand bestimmt, »dass man bei Collozoen mit deutlicher Gallerte niemals Bilder erhält, welche eine allmähliche Auflösung der Pseudopodien in die Gallerte erkennen liessen, wie man sie nach der Ansicht der früheren Autoren erwarten sollte, dass man vielmehr die Protoplasmafäden stets scharf contourirt in der Gallerte verlaufen sieht«, und an ihnen die Körnchenströmung constatiren kann. Häckel und Müller haben die Gallerte übersehen, weil das Lichtbrechungsvermögen der Gallerte sich nur wenig von dem des umgebenden Wassers unterscheidet und weil noch dazu die Grenzcontouren von den ausstrahlenden Pseudopodien verwischt werden. »Die Gallerte entsteht zweifellos durch Ausscheidung vom Protoplasma des Körpers des Collozoum aus, sie verhält sich somit zu den Centralkapseln und dem von demselben ausgehenden Netzwerk wie die Grundsubstanz der Bindegewebsformen zu den Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern, oder allgemein ausgedrückt wie das Protoplasmaproduct zum Protoplasma; wir können somit die Ausscheidung der Gallerte als eine sehr primitive Art der Gewebebildung betrachten«. — In seiner späteren Arbeit (17 p. 114, 115) giebt Hertwig über die Gallerte folgendes an: Sie ist völlig farblos und wasserklar, lässt sich jedoch »überall sofort zur Anschauung bringen, wenn man eine gefärbte Flüssigkeit zusetzt oder auch wenn man die Thiere heftig beunruhigt; im letzteren Falle werden die Pseudopodien eingezogen und hinterlassen auf der Oberfläche einen Ueberzug von Protoplasma, welcher diese dunkler erscheinen lässt; vielleicht findet gleichzeitig auch durch Wasseraustritt eine Verdichtung der Gallerte statt, welche das specifische Gewicht des Körpers erhöht und sein Sinken erleichtert«. »Die Consistenz der Gallerte ist nicht gross, aber immerhin bedeutend genug,

um einige Zeit dem Drucke eines aufgelegten Deckglases Widerstand zu leisten«. »In Carmin und Hämatoxylin färbt sich die Gallerte erst nach längerem Verweilen in der Flüssigkeit matt rosa oder violett, lässt aber weder gefärbt noch im frischen Zustand irgend welche feinere Structuren wahrnehmen, wie die radialen oder concentrischen Schichtungen, welche Häckel zeitweilig an ihr beobachtet hat«. »Eigenthümlich für die Gallerte ist ferner ihre grosse Klebrigkeit, welche zur Folge hat, dass ihre Oberfläche sich mit allerlei Substanzen, mit denen sie in Berührung kommt, beläd«. Gegen die irrthümliche Anschauung von Müller und Häckel macht Hertwig (p. 116) ausser dem in der früheren Arbeit bereits angegebenen Grunde geltend, dass man auch nach Behandlung mit Reagentien »die Fäden als deutlich gesonderte Gebilde in der Gallerte vorfindet, was nicht der Fall sein dürfte, wenn diese aus jenen entstanden wäre.

Bei allen koloniebildenden Radiolarien hängen die Individuen nicht allein durch die von ihnen ausstrahlenden Pseudopodien zusammen, sondern stets auch durch eine mehr oder minder stark entwickelte Gallerte. Dass dieselbe auch bei lebenden, normalen Kolonien vorhanden ist und nicht etwa, wie Müller und Häckel glaubten, erst beim Absterben durch Verquellung der Pseudopodien entsteht, geht schon aus Hertwig's Beobachtungen, die ich vollkommen bestätigen kann, hervor. Ausserdem kann man sich leicht von dem Vorhandensein der Gallertsubstanz an lebenden, an der Meeresoberfläche flottirenden Kolonien überzeugen. Schöpft man dieselben in der primitivsten Weise mit der hohlen Hand heraus, so hat man stets Gallertklumpen, die gewöhnlich etwas festkleben, in der Hand. Es ist ganz undenkbar, dass in diesem Falle die Gallerte erst in dem Augenblick des Heraushebens aus dem Wasser gebildet worden ist. Dass die so gefangenen »Qualster« durchaus nicht im Absterben begriffen sind, zeigen Kulturversuche, bei denen sie oft wochenlang am Leben bleiben. Die Sphaerozoëen sind überhaupt gar nicht so zart, wie Müller und Häckel annahmen. Die eben angegebene rohe Fangweise schädigt höchstens die ganz alten Kolonien, welche im Begriffe sind, Schwärmer zu produciren. Man kann ferner einen ziemlich starken Deckglasdruck auf sie einwirken lassen oder kann sie in Stücke zerreissen, ohne sie dadurch zu tödten. Von allen äusseren Einwirkungen ertragen die Kolonien die mechanischen am leichtesten. Die geringe Empfindlichkeit in dieser Hinsicht verdanken sie jedenfalls hauptsächlich der schützenden Gallertsubstanz. Für ihre Lebensweise an der Meeresoberfläche ist das von grosser Wichtigkeit; denn ohne die gallertige Umhüllung würden sie bei aufgeregter See von den stark bewegten Wassermassen leicht zerrieben und zerquetscht werden können.

Die Abgrenzung der Gallerte gegen das umgebende Wasser ist bei *Collosph. Huxleyi* und *Siphonosph. tenera* wegen der völligen Farblosigkeit und des geringen Lichtbrechungsvermögens der Gallerte kaum zu sehen; dagegen ist sie z. B. bei *Myxosph. coerulea* stets bei mikroskopischer Beobachtung wegen der graulichen Färbung der Gallerte bei dieser Species leicht zu erkennen. Bei manchen Arten, besonders bei *Sph. acuferum*, ist die Gallerte ziemlich stark opalisirend, so dass auch in diesen Fällen die äussere Abgrenzung der Kolonie deutlich zu sehen ist.

Die bei sehr jungen Kolonien stets nur schwach ausgebildete Gallerte nimmt während des vegetativen Zustandes beträchtlich an Masse und Consistenz zu und erreicht ihre grösste Ausbildung, wenn die Kolonien ausgewachsen sind. Ganz junge Kolonien besitzen eine weiche, schleimähnliche Gallerte; bei ausgewachsenen Kolonien ist sie oft nahezu knorpel-

artig. Von allen Species ist bei *Colloz. inerme*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum* die Gallerte am meisten consistent, ähnlich der Schirmgallerte gewisser Medusen oder der Gallerthülle von *Myxicola*. Die grosse Widerstandsfähigkeit ihrer Gallerte erschwert die genauere mikroskopische Untersuchung von lebenden Exemplaren der meisten ausgewachsenen Sphaerozoëen in hohem Grade. Ueber das Verhältniss der Gallerte zu den Vacuolen, das bei den einzelnen Species recht verschieden ist, und über das mehr oder minder constante Vorkommen von Gallertsubstanz in den Vacuolen der Collosphaeriden werden unten (s. p. 59) ausführliche Mittheilungen gemacht werden.

Wenn man Sphaerozoëen zu cultiviren versucht, so tritt ausnahmslos eine sehr auffallende Erscheinung ein. Schon nach wenigen Tagen hat die Consistenz der Gallerte erheblich abgenommen, und im Verlaufe von einigen Wochen ist die Gallertsubstanz fast vollkommen verschwunden. Es ist dabei gleichgültig, welcher Species und welchem Entwicklungszustande die Kolonie angehört. Die Erscheinung tritt auch ein, wenn man heranwachsende vegetative Zustände zu züchten versucht. Wenn sie nach einigen Wochen der Zahl und Grösse der Individuen nach ausgewachsen sind, ist ihre Gallerte beinahe gänzlich geschwunden, während die entsprechenden Stadien im frisch gefangenen Zustande sich gerade durch besondere Mächtigkeit und grosse Consistenz ihrer Gallerte auszeichnen. Bei den Culturversuchen werden die Lebensbedingungen in mehrfacher Weise verändert. Das Wasser in den Culturgefässen ist vollkommen bewegungslos, das Sauerstoffquantum verringert sich, und die Menge des Wassers ist eine verhältnissmässig ausserordentlich geringe. Welche von diesen Veränderungen im umgebenden Medium das allmähliche Schwinden der Gallerte veranlasst, vermag ich nicht anzugeben. Vielleicht wirken alle drei Factoren zusammen.

Die Gallertoberfläche ist bei jungen wie alten Sphaerozoëen unter normalen Verhältnissen vollkommen oder doch fast vollkommen rein. Wenn man aber die Kolonien in Meerwasser bringt, in welchem allerlei Schmutztheilchen suspendirt sind und zugleich abgestorbene Pflanzen oder Thiere in Fäulniss übergehen, so wird die Beschaffenheit der Gallerte erheblich verändert; die Gallerte wird in hohem Grade klebrig, so dass Schmutztheilchen, welche sie zufällig berühren, an ihr haften bleiben. Bei jungen Kolonien geht diese Veränderung der Gallerte rascher vor sich, als bei alten; man findet daher auch im Meere zuweilen, jedoch immer nur in unreinem Wasser, junge Kolonien, welche mit allerlei Fremdkörpern, absterbenden Organismen etc. dicht incrustirt sind.

Bis kurz vor Beginn der Schwärmerbildung nimmt die Gallerte an Masse und Consistenz beständig zu; sobald aber die ersten Anfänge der Bildung von Zoosporen in den Nestern erkennbar sind, findet auch eine zuerst langsame, dann rasch fortschreitende Abnahme der Gallertsubstanz statt. Die Gallerte wird weicher und verringert sich zusehends. Ihre scharfe Abgrenzung gegen die Vacuolen hört allmählich auf, und die Gallerte mischt sich mit der Vacuolenflüssigkeit. Gewöhnlich rücken schliesslich die Nester zu einem oder mehreren Klumpen zusammen und sinken mit den Resten der Gallerte unter. Wie diese Veränderungen der Gallerte zu Stande kommen, vermag ich nicht bestimmt anzugeben. Es

wäre denkbar, dass ein Theil der Gallertsubstanz in die Marksubstanz aufgenommen und entweder beim Aufbau der Schwärmer oder als Quellungsmittel für das Entleeren der Schwärmer verwendet wird. Doch fehlen vorläufig die Anhaltspunkte für eine solche Vermuthung gänzlich. Ausserdem kann auch diese Annahme das beinahe vollständige Schwinden der Gallerte nicht erklären, denn die Menge der von der Marksubstanz aufgenommenen Gallerte kann bei der sehr geringen Zunahme des Umfanges der Individuen während der Schwärmerbildung doch nur ganz unbedeutend sein. Sehr viel wahrscheinlicher ist die Annahme, dass bei Beginn der Schwärmerbildung die Gallerte durch chemische Veränderungen in einen solchen Zustand übergeführt wird, dass sie vom umgebenden Meerwasser allmählich gelöst werden kann. —

Das Verhalten der Gallerte gegen Reagentien ist bei den einzelnen Sphaerozoëen-Species recht verschieden. Wie schon erwähnt (s. oben p. 9), kann man lebende Exemplare von *C. inerme*, *C. pelagicum*, *Sph. punctatum* und *Sph. neapolitanum* bei der Conservirung nicht in Chromsäure (0,5—1%) abtödten. Dabei wird die Gallerte gelöst, so dass der Zusammenhang der Kolonie vollkommen zerstört wird. Andererseits ist Chromsäure für *Myxosphaera coerulea*, *C. fulvum*, *Sph. acuferum*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* ein vorzügliches Abtödtungsmittel. Die Einwirkung der Säure darf jedoch auch bei diesen Arten nicht zu lange ausgedehnt werden. Nach zweitägigem Aufenthalt dieser Kolonien in Chromsäure war auch bei ihnen die Gallerte gelöst, so dass die Nester auseinander fielen. Bei kurzer, ½—1stündiger Einwirkung dagegen werden die Gallerte und das Plasma von *Myxosph. coerulea* etc. fixirt, also in einen Zustand gebracht, in welchem sie einige Stunden in Süsswasser und unbeschränkte Zeit in starkem Alkohol zubringen können, ohne wesentliche Veränderungen zu erleiden. Auf dieser Eigenschaft der Gallerte beruht die Möglichkeit, die genannten Arten dauernd zu conserviren. Bringt man die Kolonien lebend in verschieden zusammengesetzte Gemische von Alkohol und Wasser, so geht stets der Zusammenhang der Kolonie verloren.

Für die erstgenannten 4 Arten (*C. inerme* etc.) ist verdünnter Alkohol, eventuell mit etwas Jod, vorzüglich zur Fixirung geeignet. Diese Arten können also ohne weiteres in dem definitiven Conservirungsmittel — und das ist in allen Fällen Alkohol — abgetödtet werden. Auch bei ihnen wird durch die Abtödtung die Gallerte fixirt. Während bei den lebenden Exemplaren die Gallerte bei mehrstündigem Aufenthalt in Süsswasser sehr stark quillt und sich schliesslich auflöst, können die in Spiritus abgetödteten Kolonien ohne Schaden stundenlang in Süsswasser verweilen. Dieser Umstand ist von nicht geringer Bedeutung beim Ausziehen der Seesalze, bei Anwendung von wässrigen Farbstoffmitteln u. s. w. Die Gallerte von *Sphaerozoum neapolitanum* wird am besten in Sublimat fixirt. Dasselbe Mittel ist auch für *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum* und *C. pelagicum* geeignet, während *Collosph. Huxleyi*, *C. inerme*, *Myxosph. coerulea*, *C. fulvum* und *Siphonosph. tenera* in Sublimatlösungen zerfallen.

Das Verhalten der Gallerte ist so charakteristisch für die einzelnen Arten, dass es in zweifelhaften Fällen bei der Speciesbestimmung von Wichtigkeit werden kann.[1]) So sind z. B.

1) Dabei ist jedoch die oben (p. 9) angeführte Thatsache zu berücksichtigen, dass die jungen Kolonien zuweilen im Zusammenhange bleiben, während die Gallerte der alten Kolonien in demselben Abtödtungsmittel sich auflöst.

vegetative Kolonien von *Myxosph. coerulea* denen von *Sph. neapolitanum* bei Betrachtung mit blossem Auge oft äusserst ähnlich. Man braucht aber nur die fragliche Kolonie in Chromsäure oder in Jodspiritus zu bringen: *Myxosph. coerulea* lässt sich nur bei Anwendung des ersteren Mittels in toto conserviren, zerfällt jedoch in Jodspiritus; bei *Sph. neapolitanum* ist es umgekehrt.

Bei Behandlung mit Alkalien (KOH, NaOH, NH_4OH) bleiben alle Kolonien lange Zeit vollkommen im Zusammenhange. Bei manchen Arten (*Sph. punctatum*, *C. inerme*) und bei Anwendung von Ammoniak dauert es sogar 8 Tage, bis die Qualster zerfallen. Für die Zwecke der Conservirung sind Alkalien jedoch nicht verwendbar, weil beim Uebertragen in Wasser oder Spiritus eine starke Quellung und bald ein vollständiges Auseinanderfallen der Kolonien stattfindet.

Um das Verhalten der Gallertsubstanz wenigstens bei einer Species etwas genauer festzustellen, isolirte ich die weiche Gallertmasse, welche die Vacuole von *Myxosph. coerulea* erfüllt, durch Zerreissen des äusseren, dichteren Gallertmantels, in dem sämmtliche Nester liegen, und liess destillirtes Wasser oder Alkohol einwirken. Im ersteren Falle quoll der weiche Gallertklumpen sofort stark auf und löste sich sehr bald. Bei Alkohol-Behandlung dagegen gerannen die festen Bestandtheile der Gallertmasse alsbald zu weisslichen Flocken. In Meerwasser endlich blieb der isolirte Gallertklumpen tagelang unverändert. Versuche mit unverletzten lebenden Kolonien von *Myxosph. coerulea* führten zu folgenden Ergebnissen:

1) Die Kolonie bleibt in der Form und in vollem Zusammenhange erhalten bei mehrstündiger Einwirkung von Chromsäure (0,5—1%), Kalilauge, Natronlauge oder starker Ammoniaklösung, von Eisenchlorid (5%) oder Ueberosmiumsäure (0,1—0,5%).

2) Nur die äussere Gallerte mit den darin befindlichen Nestern bleibt als dünne Haut im Zusammenhang erhalten nach mehrtägiger Behandlung mit Alcohol absolutus oder Chloroform und nach ½stündiger Behandlung mit concentrirten Mineralsäuren. Die innere weiche Gallertmasse der Vacuole wird dabei in solcher Weise verändert, dass die Form der Kolonie gänzlich verloren geht.

3) Die Nester werden isolirt, indem sowohl die innere weiche, als die äussere dichtere Gallerte gelöst wird, bei Behandlung mit destillirtem Wasser oder Glycerin binnen wenigen Minuten und bei Behandlung mit concentrirten Mineralsäuren nach mehreren Stunden, mit Chrom- oder Pikrinsäure nach einigen Tagen. —

Eine Eigenthümlichkeit der Gallertsubstanz, welche, ebenso wie das Verhalten gegen Alkalien, allen Sphaerozoëen gemeinsam ist, besteht darin, dass bei Exemplaren, welche jahrelang in starkem Spiritus conservirt worden sind, die Gallerte wieder aufquillt, sobald die Kolonie in Wasser gebracht wird. Die Gallerte erlangt dabei beinahe die ursprüngliche Form, Ausdehnung und Consistenz wieder. Alte Museumsexemplare können auf diese Weise wieder nahezu die Form lebender Exemplare annehmen. Eine andere Eigenschaft, die der Gallerte sämmtlicher Sphaerozoëen zukommt, besteht darin, dass man im Stande ist, mit einer Lösung

des wirksamen Farbstoffes von Phytolacca decandra in Meerwasser[1]) die Gallerte lebender Kolonien tief violett zu färben, ohne dabei die Individuen zu schädigen. Die Plasmatheile bleiben ganz ungefärbt und in jeder Hinsicht unverändert. Die Pseudopodien behalten ihre Form und setzen ihre Bewegungen ungestört fort, und die Individuen zeigen nicht die geringste Belästigung durch den Farbstoff. Die violette Färbung wird nur von der Gallertsubstanz angenommen, und zwar so rasch, dass z. B. bei grossen Kolonien von *Myxosph. coerulea* schon nach drei Minuten die weiche Gallerte der grossen Vacuole vollkommen und stark gefärbt ist. Setzt man die lebenden Kolonien, deren Gallerte gefärbt ist, in reines Meerwasser, so wird der Farbstoff allmählich im Verlaufe von 24 Stunden wieder ausgezogen, und die Kolonie ist dann wieder wie vor dem Färbungsversuche. Die Phytolacca-Lösung gehört also auch zu jenen Färbemitteln, welche bestimmte Theile von lebenden und am Leben bleibenden Organismen tingiren. — Die Gallerte besitzt auch bei abgetödteten und in Spiritus conservirten Kolonien eine grosse Anziehungskraft für Farbstoffe. So kann man z. B. mit Methylenblau keine gute Kernfärbung erzielen, weil beim Ausziehen des Farbstoffes mit saurem Alkohol die Gallerte die Farbe länger festhält als die Kernsubstanz. Bei Anwendung von Hämatoxylin oder von basischen Anilinfarbstoffen (Dahlia, Magdala) auf conservirte Exemplare scheint sich die Gallertsubstanz bei den verschiedenen Species in ähnlicher Weise verschieden zu verhalten wie bei Behandlung lebender Exemplare mit Abtödtungsmitteln. Die Gallerte der einen Species färbt sich mehr, die der anderen weniger; doch kann ich über diesen Punkt keine genauen Angaben machen.

Bezüglich der morphologischen Auffassung der Gallerte schliesse ich mich der Ansicht Hertwig's an. Ich halte mit ihm die Gallerte für ein Ausscheidungsprodukt des Plasmakörpers. Die Gallertsubstanz der Sphaerozoëen verhält sich zu den Nestern wie die Grundsubstanz des Bindegewebes zu den Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern.

In physiologischer Hinsicht ist die Gallerte in mehrfacher Beziehung von hervorragender Bedeutung für die Kolonien. Eine wichtige Funktion der Gallerte besteht darin, dass sie die Einzelthiere fest zusammenhält und so die Koloniebildung überhaupt möglich macht. Hingen die Nester nur mit ihren Pseudopodien zusammen, so würden sie bei der leichtesten Bewegung des Wassers aus einander gerissen werden. Durch die dicke Gallertumhüllung werden ferner die Nester vortrefflich gegen mechanische Verletzungen und gegen Angriffe mancher Feinde geschützt. Ich habe gelegentlich beobachtet, dass Radiolarienkolonien, die in Fischbecken geschüttet waren, von den Fischen[2]) stets gemieden wurden; doch konnte ich nicht entscheiden, ob die Radiolarien ihrer Gallerte wegen nicht von den Fischen gefressen wurden — wie ich fast vermuthen möchte — oder ob sie ihnen aus anderen Gründen unschmackhaft erschienen. — Endlich ist die Gallertsubstanz noch für die Hydrostatik der Radiolarien und in gewissen Entwicklungszuständen auch für die Ernährung der Sphaerozoiden von grosser Bedeutung (s. unten).

1) Herr Dr. P. Mayer hatte die Güte, mir eine solche Lösung zur Verfügung zu stellen. Der Farbstoff der genannten Pflanze findet in Neapel vielfache Anwendung zum Färben des Weines.

2) Es waren allerdings sämmtlich litorale, nicht pelagische Fische.

8. Vacuolen.

Die Vacuolen wurden von Huxley bei Radiolarien zuerst beobachtet und sofort richtig gedeutet. Die bezügliche Stelle (2 p. 434) lautet: »Very commonly the central part of each mass, instead of containing a single large cavity, consisted of an aggregation of clear, large, closely-appeared spaces, like the »vacuolae« of Dujardin«. — Müller (3 p. 7) sagt von den Vacuolen der Sphaerozoëen: »Die von Huxley angezeigten Alveolen in der scheinbaren Gallertmasse sind sehr ungleich entwickelt und unbeständig. Sie sind mit einer feinen Membran ausgekleidet und bilden sich durch Erweiterung kleiner durchsichtiger, hin und wieder zwischen den Fadenbündeln eingebetteter Bläschen«. — Auch Schneider (4 p. 38) hält die Vacuolen (von *Physematium*) nicht für Gebilde, welche den Vacuolen der Infusorien entsprechen, und glaubt, dass es passender sei, die hellen Kugeln der Radiolarien nach Müller's Vorgange als Alveolen zu bezeichnen. — Nach Häckel (5 p. 118) sind die Alveolen der Sphaerozoëen »nicht blosse Vacuolen, wandungslose Aushöhlungen in der zähflüssigen Sarkode, sondern selbständige Blasen mit eigener Wand.« Häckel hebt ferner (p. 88) hervor, dass bei den Polyzoen im Gegensatze zu *Thalassicolla* und *Aulacantha* »grosse und kleine Alveolen regellos durch die ganze Masse des Qualsters zerstreut zu sein« scheinen. »Besonders gilt dies von *Collozoum* und *Sphaerozoum*, wo die »Nester« (Einzelthiere) gewöhnlich nur auf der Oberfläche des Meerqualsters zerstreut sind, während bei *Collosphaera* häufig die folgende eigenthümliche Anordnung sichtbar war. In der Mitte des kugeligen Qualsters trat eine besonders grosse, kugelige Alveole hervor, um welche sich (wie um die Centralkapsel der Thalassicollen) kleinere anlegten, denen nach aussen immer grössere folgten. Die Grösse der Alveolen stimmt bei allen genannten Thieren ziemlich überein und beträgt im Mittel 0,01—0,1 mm, kann aber auch bis 0,5, selbst 0,8 mm steigen, wie sie andererseits bis 0,04 mm herabsinkt«. »Die Gestalt derselben ist ursprünglich völlig kugelrund, wird aber nach innen zu durch den gegenseitigen Druck der enggedrängten Blasen häufig polygonal abgeplattet. Der Inhalt ist wasserhell, ohne geformte Bestandtheile. Die Membran ist zwar sehr zart, aber klar und scharf umschrieben.« Huxley's Ansicht, dass die Alveolen den Vacuolen der Sarkode Dujardin's vergleichbar seien, erklärt er mit J. Müller für irrig und unhaltbar. Gewisse Alveolen (von *Thalassicolla Zanclea*) spricht er als Zellen an. — Schmidt[1]) vergleicht die Vacuolen, welche in Schwammzellen vorkommen, mit den von Häckel bei Radiolarien beschriebenen Alveolen. Auch bei *Esperia* besitzen die Blasen eine Membran; »sie sind, wenn auch als blosse Vacuolen entstehend, fertig doch etwas anderes und denkt man sich ihre Hülle ein wenig erhärtet, so gleichen sie den extracapsularen Alveolen vollständig«. — Schneider (8 p. 510) sieht die Alveolen als »eine besondere Form der Sarkode« an, weil er sie »oft mit den Strängen in ununterbrochenem Zusammenhang gesehen« hat. — In einer späteren Arbeit (12 p. 529) bezeichnet Häckel die Vacuolen geradezu als »Alveolenzellen« und behauptet, dass sie »unzweifelhafte Zellen« sind. — Dönitz (13 p. 80) leugnet das Vorhandensein einer Membran an den Alveolen: »Alle Alveolen der Radiolarien, mögen sie extra- oder intracapsulär gelegen sein, sind nichts als Flüssigkeitsansammlungen in der Masse der protozootischen Substanz«. Sie entstehen nach seinen Beobachtungen (p. 76) dadurch, dass im Pseudopodienmutterboden »kleine, mit hyaliner Flüssigkeit erfüllte, kugelförmige Räume auftreten«, die sich sichtlich vergrössern und allmählich von ihrer Bildungsstätte entfernen. Dabei bleiben sie zuerst durch einen »hohlen Stiel« mit dem Pseudopodienmutterboden in Verbindung und vergrössern sich beständig, und zwar vermuthlich dadurch, dass ihnen »fortdauernd Flüssigkeit vom Nest aus« durch den hohlen Stiel zugeführt wird. Schliesslich wird der Stiel abgeschnürt, und die Alveole dadurch selbständig. Dönitz giebt endlich noch an (p. 72) dass er Alveolen bei verschiedenen Sphaerozoëen häufig vermisst habe. —

Hertwig (15 p. 22) erkannte an kleinen Exemplaren mit Bestimmtheit, dass die Alveolen Flüssigkeitsansammlungen im Protoplasma der extracapsulären Sarkodenetze sind. Was Müller und Häckel als eine besondere Membran beschrieben haben, ist nichts als die protoplasmatische Umhüllung, welche die Innenseite der in der Gallerte gebildeten Hohlräume mit einem dünnen Wandbeleg überzieht. Auch an grösseren Alveolen kann man dies Verhältniss erkennen. Verfolgt man einen Faden des Sarkodenetzes, so kann man denselben unter Umständen, wie schon Schneider von der *Thalassicolla nucleata* angegeben hat,

1) Oscar Schmidt, Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig 1864.

sich mit breiter Basis an der Peripherie einer Alveole festsetzen und continuirlich in den körnigen Wandbeleg derselben übergehen sehen. Huxley hatte somit vollkommen Recht, als er die Alveolen den Vacuolen der Sarkode Dujardin's verglich; freilich war diese Ansicht durch seine Darstellung nicht genügend motivirt, da Huxley zwar die Gallerte, aber nicht das protoplasmatische Netzwerk in der Gallerte kannte.« Die Alveolen sowohl wie das Sarkodenetzwerk bleiben bei Anwendung conservirender Flüssigkeiten erhalten und können somit auch an todten Exemplaren untersucht werden. Ueber Grössenverhältnisse und Anordnung der Vacuolen bringt Hertwig nichts Neues. — In seiner zweiten Arbeit hält Hertwig (17 p. 117) im allgemeinen an der Anschauung fest, dass die Vacuolen »Ansammlungen von Flüssigkeit« sind, »wie sie auch sonst im Protoplasma anderer Rhizopoden vorkommen«. »Der flüssige Inhalt wird hierbei von einer dünnen, membranartig aussehenden Protoplasmaschicht umhüllt und so von der umgebenden Gallerte getrennt«. p. 31: »Die grösseren von ihnen scheinen jedoch zuweilen von einer besonderen Membran umhüllt zu werden, in der wir dann eine secundäre Bildung zu erblicken hätten. Namentlich scheint dies für die grosse Blase zu gelten, die im Centrum mancher Kolonien liegt und auf der die einzelnen Kapseln wie aufgeklebt sind. Ich schliesse dies daraus, dass es mir gelang, bei einer *Collosphaera* diese Vacuole herauszuschälen und den Ueberzug von Centralkapseln und Gallerte abzustreifen, was wohl nur bei Anwesenheit einer besonderen resistenten Membran möglich ist«. — Endlich macht Brandt (18 p. 393) noch die Angabe, dass die grosse Vacuole von *Collozoum coeruleum* und *Collosphaera spinosa* nicht wässrige Flüssigkeit, sondern eine sehr weiche, flüssigkeitsreiche Gallertkugel enthält.

In sehr jugendlichen Kolonien der verschiedenen Sphaerozoëen finden sich noch gar keine Vacuolen. Die Gallerte ist nur in geringem Grade ausgebildet und noch sehr reich an Flüssigkeit. In Folge dessen sind in diesem Stadium die Qualster sehr weich und nachgiebig und besitzen zuweilen selbst im normalen Zustande eine etwas klebrige Oberfläche. Allmählich sondert sich bei weiterer Entwicklung der Gallerte die Flüssigkeit von dieser, indem in der Kolonie hier und da kleine Flüssigkeitsansammlungen, Vacuolen, entstehen. Durch immer weiter gehende Trennung von Gallertsubstanz und Flüssigkeit, sowie durch gleichzeitige Massenzunahme der Gallerte und wiederholte Vereinigung der kleinen Vacuolen zu grösseren, bilden sich allmählich die grossen Kolonien mit sehr consistenter Gallerte und grossen Vacuolen aus. Bei der Schwärmerbildung hört die Sonderung zwischen Gallertsubstanz und Vacuolenflüssigkeit auf, die Gallerte wird wieder von Flüssigkeit durchtränkt und nimmt zugleich an Masse ab. In späteren Stadien der Schwärmerbildung lassen sich gar keine Vacuolen mehr erkennen.

Die Vertheilung der Vacuolen ist bei den jugendlichen Stadien der verschiedenen Species übereinstimmend. Dagegen sind in dieser Hinsicht die älteren vegetativen Kolonien und besonders die ausgewachsenen Zustände bei den verschiedenen Species so scharf unterschieden, dass die Anordnung der Vacuolen bei der Artbestimmung einen Anhalt gewährt. Bei ausgewachsenen Kolonien findet man entweder nur eine sehr grosse Vacuole (*Myxosph. coerulea*, *C. fulvum*, *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa*, *Siphonosph. tenera*), oder mehrere grosse, längs an einander gereihte Vacuolen (*C. inerme*), oder endlich zahlreiche Vacuolen, welche durch die ganze Gallertmasse vertheilt sind (*C. pelagicum* und die *Sphaerozoum*-Arten). (Näheres s. unten p. 76.)

In vielen Fällen konnte ich mich davon überzeugen, dass die Vacuolen von einer sehr dünnen Plasmaschicht umgeben sind, vermag aber nicht anzugeben, ob diese Schicht stets continuirlich ist oder ob sie nicht in manchen Fällen durch ein Netzwerk von Plasma ersetzt

wird. Dagegen kann ich für die meisten Species mit Bestimmtheit angeben, dass die Vacuolen — ebenso wie die Vacuolen anderer Protozoen — von Plasma, und nicht von einer besonderen Membran (die sich chemisch und physikalisch anders verhält als das Plasma), umhüllt sind. Die Entstehungsweise der Vacuolen bedarf noch der Aufklärung. Das Wenige, was ich hierüber mittheilen kann, habe ich oben bereits angeführt (p. 21, Taf. 4 Fig. 64). Bei perlschnurförmigen Kolonien von *Collozoum inerme* habe ich mich durch mehrtägige Beobachtung von cultivirten Exemplaren zu wiederholten Malen davon überzeugt, dass die Form und Anzahl der grossen Vacuolen, welche die perlschnurförmige Gestalt der Kolonien bedingen, im Verlaufe von einigen Tagen sich recht erheblich ändern. Zwei oder mehrere Vacuolen verschmelzen mit einander, oder es tritt neben den vorhandenen eine neue Vacuole von derselben Grösse wie die anderen auf, oder endlich die Form einiger oder sämmtlicher Vacuolen der Kolonie ändert sich in 1—2 Tagen sehr bedeutend. Alle diese Beobachtungen sind leicht verständlich, wenn die Wand der Vacuolen aus demselben oder sehr ähnlichem contractilen Plasma besteht, wie die in grosser Zahl an sie herantretenden Pseudopodien. Dass die Wände anscheinend stärker lichtbrechend sind, als die Rindensubstanz, findet seine natürliche Erklärung darin, dass die Pseudopodien etc. allseitig von Gallerte umgeben sind, während die Vacuolenwand auf der einen Seite mit der Gallerte, auf der anderen Seite mit der schwächer lichtbrechenden Vacuolenflüssigkeit in Berührung ist. Ich habe bei *C. inerme* nur eine Beobachtung gemacht, welche anscheinend für die Umhüllung der Vacuolen durch eine besondere Membran spricht. Als ich eine gegliederte Kolonie mit $^1/_{10}$% Chromsäure behandelte, löste sich die Gallerte auf und fast alle Vacuolen verschwanden spurlos. Die meisten Individuen wurden in Folge dessen isolirt und fielen als Körnchen auf den Boden des Gefässes; zuweilen hingen jedoch einige von ihnen lose zusammen. Zwei Vacuolen blieben, abweichend von den übrigen, als häutige Blasen erhalten und trugen auf ihrer Oberfläche eine Anzahl von Nestern. Bei leichter Bewegung der Flüssigkeit rissen die Blasen ein und collabirten. Ich habe eine solche Fixirung der Vacuolenhülle nur einmal beobachtet, obwohl ich mit ähnlichen Kolonien den Versuch wiederholte. Wenn es auch gelingt, in manchen Fällen die Vacuolen nach der Auflösung der Gallerte zu erhalten, so folgt daraus noch keineswegs, dass sie eine »Membran« besitzen. Dagegen spricht nicht allein das seltene Gelingen dieses Versuches, sondern auch der Umstand, dass ein Theil der Nester unter einander oder mit der isolirten Blase in Zusammenhang blieb. Ebenso gut, wie die Nester durch Coagulation der Plasmafäden, welche sie unter einander und mit der Vacuolenwand verbinden, zum Theil auf der Blase blieben, kann auch die Vacuolenwand selbst, wenn sie aus einer zusammenhängenden Lage desselben Plasmas, wie die Pseudopodien, besteht, durch die Chromsäure in Form einer bläschenförmigen Membran fixirt werden. Das wird noch sehr viel wahrscheinlicher dadurch, dass sich bei Behandlung mit Reagentien die Substanz der Vacuolenwände bei allen Sphaerozoen stets ebenso verhielt wie die übrige Rindensubstanz.

Bei denjenigen Sphaerozoëen, welche im ausgewachsenen Zustande kuglig sind und nur eine sehr grosse Vacuole besitzen (*Myxosph. coerulea*, *C. fulvum*, *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph.*

spinosa, *Siphonosph. tenera*), konnte ich mich ebenso wenig von dem Vorhandensein einer Vacuolenmembran überzeugen. Es gelang mir allerdings häufig — ebenso wie Hertwig — bei *Collosphaera* die »Vacuole herauszuschälen und den Ueberzug von Centralkapseln und Gallerte abzustreifen«, jedoch nur dann, wenn die Vacuolenflüssigkeit reichlich gallertige Substanz enthielt. Die Isolation der Vacuole ist in diesem Falle also nicht, wie Hertwig annimmt, wegen der Anwesenheit einer besonderen resistenten Membran möglich, sondern weil die Vacuole nicht mit Flüssigkeit, sondern mit einer sehr flüssigkeitsreichen und deshalb weichen Gallertkugel erfüllt ist.

Ausser bei *Collosphaera* habe ich bisher bei *Myxosph. coerulea*, *Acrosph. spinosa* und *Siphonosph. tenera* eine solche Gallertkugel anstatt der Vacuolenflüssigkeit im Innern der Vacuole gefunden[1]). Bei den ausgewachsenen Exemplaren von *Myxosph. coerula* vermisste ich die Gallerte in der Vacuole niemals, dagegen war bei den anderen 3 Arten nicht immer Gallertsubstanz im Vacuoleninhalt nachweisbar, wenigstens bei der Untersuchung im frischen Zustande. Wenn man bei einer kugligen oder birnförmigen Kolonie von *Myxosph. coerula* mit nur einer grossen Vacuole die äussere Schicht, in welcher die sämmtlichen Nester liegen, einritzt, so quillt ein Klumpen homogener Gallerte hervor, den man durch gelinden Druck auf die Kolonie leicht unversehrt isoliren kann. Der Klumpen hat genau die Grösse und Form der Vacuole und besteht, wie sich beim Zerschneiden zeigt, durch und durch aus mässig weicher Gallertmasse. Bei den anderen 3 Arten lässt sich in den meisten Fällen auf die gleiche Weise eine Gallertkugel in der Vacuole nachweisen. Zuweilen ist dieselbe aber so flüssigkeitsreich, dass man ein anderes Verfahren einschlagen muss, um sie sicher zu erkennen. Wie ich oben erwähnte (p. 55), wird die Gallerte lebender Sphaerozoëen durch Phytolacca-Lösung tief rothviolett gefärbt. Lässt man also eine Kolonie von *Collosphaera* oder *Siphonosphaera* einige Minuten in einer solchen Farbstofflösung, so wird nicht nur der äussere Gallertmantel, in welchem die Nester liegen, sondern auch der Vacuoleninhalt, wenn er Gallerte enthält, gefärbt. Beim Zerreissen der Kolonie in reinem Seewasser kann man sich dann davon überzeugen, ob der heraustretende Vacuoleninhalt eine gefärbte und einige Zeit in Zusammenhang bleibende Kugel bildet oder nicht, ob er mit anderen Worten Gallerte enthält oder nur Flüssigkeit. Auch bei *Myxosph. coerulea* wendete ich dies Verfahren an und bemerkte beim Zerschneiden der nachher isolirten Gallertkugel, dass die Vacuole vollkommen und gleichmässig mit weicher Gallertmasse erfüllt ist. In zweifelhaften Fällen kann man ausserdem Gallertsubstanz durch ihre Eigenschaft, sich bei kurzer Behandlung mit Kalilauge milchig zu trüben, nachweisen. Die so behandelten Kolonien von *Collosphaera*, *Acrosphaera* und *Siphonosphaera* zeigten stets beim Zerreissen eine weissliche Kugel in der Vacuole. Dagegen gelang es mir auch bei Anwendung von Kalilauge nicht, bei den (allerdings nur wenigen) perlschnurförmigen Exemplaren von *C. inerme*, die ich untersuchte, Gallerte in der Vacuole nachzuweisen.

Gegen das Vorhandensein einer besonderen Membran zur Umhüllung der Vacuole

1) Bei *C. fulvum* habe ich dagegen bisher niemals Gallerte in der Vacuole auffinden können.

sprechen aber noch weitere Gründe. Wie ich unten (p. 78) ausführlicher zu erörtern haben werde, verschmelzen zufällig zusammengeklebte Kolonien von *Myxosph. coerulea* sehr leicht mit einander. Dabei findet meist eine so innige Vereinigung der Vacuolen der verschmolzenen Kolonien statt, dass in wenigen Stunden eine einzige Kolonie von der Form der grössten an der Verschmelzung betheiligten Kolonie vorhanden ist. Eine so rasche und vollständige Verschmelzung zweier oder mehrerer Vacuolen in kurzer Zeit erscheint mir mit der Annahme einer vom Plasma verschiedenen Vacuolenmembran nicht wohl vereinbar. Dagegen spricht ferner das Verhalten der Vacuolen während der Schwärmerbildung. Ebenso wie von den Nestern ein grosser Theil der ihnen benachbarten Pseudopodien eingezogen wird, wird auch der Vacuolenüberzug, wenn er — wie die Pseudopodien — aus Plasma besteht, von den Individuen herangezogen werden. Dadurch würde die Scheidewand zwischen Vacuolenflüssigkeit und Gallertsubstanz beseitigt, und beide könnten sich mit einander vermischen. Das letztere findet in der That, wie oben erwähnt, bei der Schwärmerbildung stets statt. Umgekehrt würde eine wohl differenzirte Vacuolenmembran schwerlich im Verlaufe der Schwärmerbildung stets resorbirt werden, sondern meist oder doch wenigstens in einigen Fällen mit so manchen anderen Theilen der Kolonie nach dem Ausschwärmen der Zoosporen zurückbleiben. Ich sah aber Vacuolen nur dann das Ausschwärmen überdauern, wenn sie aus weicher Gallertmasse, wie z. B. bei *Myxosph. coerulea*, bestanden. In diesen Fällen war aber die übriggebliebene Gallertkugel, die vorher die Vacuole erfüllt hatte, sicher vollkommen membranlos.

Ich halte daher die Vacuolen der Sphaerozoëen mit Huxley und Hertwig für echte Vacuolen, welche den Flüssigkeitsansammlungen anderer Protozoen entsprechen. Ueber die Bedeutung der Vacuolen für die pelagische Lebensweise der Sphaerozoëen werde ich unten (s. Bewegung) Näheres mitzutheilen haben.

9. Skelet.

Schon Meyen (1 p. 163) fand, dass in der Gallerte des von ihm entdeckten *Sphaerozoum fuscum* »eine Ablagerung von Krystallen« stattfindet, »die wahrscheinlich aus reiner Kieselerde bestehen«, und giebt eine gute Abbildung dieser »Krystalle«. — Huxley (2 p. 434) stellte fest, dass bei einer Varietät seiner *Thalassicolla punctata* die Nester von einem Mantel von Nadeln, die er näher beschreibt und mit gewissen Spongiennadeln vergleicht, bei einer anderen von einer Gitterschale mit rundlichen Oeffnungen umgeben sind. — Auf die grosse systematische Bedeutung der Kieselbildungen bei den Sphaerozoëen wies zuerst Müller (3) hin. Er zeigte ausserdem (p. 54), dass die Spicula der *Sphaerozoum*-Arten in der That auf Krystallformen zurückzuführen sind, dass z. B. die vierschenkligen Nadeln von *Sph. acuferum* den Flächenachsen eines Tetraëders, die Nadeln von *Sph. punctatum* den Flächenachsen zweier Tetraëder gleichen. Im letzteren Falle bestehen die Spicula »aus einem Mittelbalken, dessen entgegengesetzte Enden in drei divergirende Schenkel auslaufen, welche so wie der Mittelbalken gleich den Flächenachsen eines Tetraëders gestellt sind. Stellt man sich 2 Tetraëder mit einer der Flächen vereinigt vor, so haben sie eine der Flächenachsen gemeinsam, die anderen Flächenachsen frei auslaufend. Genau so sind die Schenkel der Spicula« von *Sph. punctatum* »gestellt«. Endlich wies er (3 p. 55) nach, dass die Gitterschale von *Collosph. Huxleyi* »ohne organische Häute« ist und aus Kieselerde besteht; »sie ist nämlich in Säuren unlöslich, durch Glühen wird sie nicht verändert, in einer heissen Lauge von caustischem Kali werden die Schalen

anfangs nicht verändert; nach vorsichtigem längeren Kochen in Liquor Kali caustici waren alle Schalen verschwunden«. — Die ausführlichen Angaben Häckel's (5) über die Variabilität der *Collosphaera*-Schalen, über die systematische Verwerthung der Unterschiede in den Nadeln etc. werden erst im systematischen Theile Berücksichtigung finden. Das Skelet der Radiolarien verdankt nach seiner Ansicht (p. 140) nur einer Secretion der Sarkode-Fäden und -Netze seine Entstehung. »Der extracapsulare Theil des Skelets kann schon aus dem Grunde auf keine andere Weise entstehen, weil überhaupt kein anderes Gewebe, als das Gespinnst der Sarkodefäden, ausserhalb der Kapsel vieler skeletführender Radiolarien vorhanden ist. Die feinen Kieselnetze stellen bei Vielen dauernd das Bild der feinen, weichen, vielfach verschmolzenen Pseudopodien dar, wie bei *Arachnocorys*, *Arachnosphaera*, *Diplosphaera*, *Rhizosphaera* und den anderen Sponguriden ohne Weiteres deutlich ist. Die feinen Sarkodenetze erscheinen hier in ganz gleicher Weise »verkieselt«, durch bleibende Kieselfäden derselben Form ersetzt, wie in gewissen Pflanzenzellen das feine, weiche Netz der Protoplasmafäden verholzt, durch feste, starre, bleibende Cellulose-Fäden ersetzt wird«. — Brandt (18 p. 401) glaubt, dass die Kieselskelete der Radiolarien eine organische Substanz enthalten. »Zu dieser Ueberzeugung wird man bei Vergleich der Kieselnadeln von *Sphaerozoum punctatum* gedrängt. An den beiden Enden eines Mittelbalkens befinden sich je 3 divergirende Schenkel. Die kleinen Spiculae derart liegen frei in der Gallerte, die grossen bilden einen Mantel um die Centralkapsel herum. Ein Vergleich der jungen und der alten Stacheln zeigt, dass bei allen das Längenverhältniss zwischen dem Mittelbalken und den Schenkeln nahezu das gleiche ist. Der Mittelbalken muss mithin an Länge zunehmen, und das ist nur bei einem Wachsthum durch Intussusception möglich. Kieselsäurenadeln können nicht durch Intussusception wachsen, die Nadeln müssen vielmehr aus einer organischen Substanz bestehen. Es fragt sich nur, in welcher Form das Silicium darin enthalten sei. Entweder bestehen die Skelete aus einer organischen Grundsubstanz, in die Kieselsäure eingelagert ist, oder — und das ist vielleicht das Wahrscheinlichere — sie bestehen aus einer organischen Verbindung, in der ein Theil des Kohlenstoffes durch das gleichwerthige Silicium ersetzt ist«. — Bütschli (24 p. 350) hält die letztere Annahme für sehr unwahrscheinlich. — Bei der Naturforscher-Versammlung 1882 fand eine Discussion über Bildung und Bedeutung des Kieselskeletes der Radiolarien statt. Häckel sprach die Ansicht aus, dass die Krystallisation des Silikats in engem Zusammenhang stehe mit der Anordnung des Protoplasmas. Die physiologische Bedeutung aller Skelettheile der Radiolarien ist, der Sarkode Schutz und Stütze zu bieten. F. E. Schulze bemerkt im Gegensatze dazu, dass nach seinen Spongienstudien nicht die Krystallisationsverhältnisse des Silikats, sondern statische Verhältnisse von bestimmendem Einfluss auf die Gestalt der Kieselnadeln seien. Marschall endlich glaubt in dem Axenfaden das Wesentliche der Kieselnadeln zu finden und betont, dass, wie die Fremdkörper in den Spongien sich nach den Strömungen des Wassers richteten, so auch die Bildung der Nadelformen hierdurch bedingt sei. — In seinem Vortrage über »die Geometrie der Radiolarien« (Jen. Zeitschr. Bd. 17. 1884. Sitzungsber. p. 105) spricht Häckel die Vermuthung aus, dass bei dem frei im Wasser schwebenden Organismus der Radiolarien einerseits die Gleichgewichts-Verhältnisse seiner Lage, andererseits die combinirte Gestaltungsthätigkeit des Protoplasma und des Silicium von maassgebender ursächlicher Bedeutung für die Skeletbildung seien.

Die skeletlosen Arten der Sphaerozoëen hat Häckel (5 u. 19) in der Gattung *Collozoum* zusammengestellt; die übrigen Arten besitzen entweder Nadeln (*Sphaerozoum*, *Rhaphidozoum*) oder eine Gitterschale (*Collosphaera*, *Siphonosphaera*, *Acrosphaera* und mehrere im Mittelmeer bisher nicht beobachtete Gattungen). Wie ich im systematischen Theile näher ausführen werde, ist man zunächst genöthigt, *C. coeruleum* Hck. als besondere Gattung (*Myxosphaera*) von den Collozoen zu trennen und zu den Collosphaeriden zu stellen. Ausserdem ist keine scharfe Abgrenzung der mit 2 oder mehr Nadelformen ausgerüsteten Arten (*Rhaphidozoum*) von den meist mit einer Art von Spikeln versehenen Species (*Sphaerozoum*) möglich, so dass die Abtrennung der Gattung *Raphidozoum* nicht gerechtfertigt ist. Endlich ist aber auch das Vorhandensein oder Fehlen von Kieselnadeln ein so unzuverlässiges Unterscheidungsmerkmal und die Eintheilung der Sphaerozoiden in die Gattungen *Collozoum* und *Sphaerozoum* so wenig durch

Verschiedenheit des Weichkörpers begründet, dass die bisherige Eintheilung dieser Familie, die ich in Ermangelung einer besseren vorläufig beibehalte, den natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen Arten keineswegs entspricht. —

Das Skelet ist, wie bei den Radiolarien (mit Ausnahme der Acantharia) überhaupt, ein Kieselskelet. Es ist jedoch noch keineswegs ausgemacht, dass die Radiolarienskelete aus reiner Kieselsäure bestehen; es ist vielmehr ebenso gut möglich, dass die Kieselsäure, ähnlich wie bei den Diatomeenschalen, in eine organische Substanz eingebettet ist. Um über diesen Punkt ins Klare zu kommen, kann man zwei Wege einschlagen: entweder sucht man die Entstehung des Skeletes zu ermitteln, oder man vergewissert sich durch Entkieselung der Nadeln über Vorhandensein oder Fehlen einer organischen Grundlage. Ein dritter Weg, der aber nicht so zuverlässig ist, wie die beiden anderen, besteht darin, dass man die Art und Weise des Wachsthums der Skelettheile festzustellen sucht.

Ich habe früher den dritten Weg eingeschlagen und zog aus der Thatsache, dass man bei *Sph. punctatum* in derselben Kolonie dicke Nadeln mit langem, mässig dicke und feine mit kürzerem, und endlich ganz feine mit sehr kurzem Mittelbalken findet, den naheliegenden Schluss, dass beim Wachsthum der Nadeln der Mittelbalken an Länge zunimmt. Der Beweis dafür ist durch Beobachtung cultivirter Exemplare wegen der Menge und der häufigen Lageveränderungen der Nadeln nicht zu liefern. Andererseits muss, was ich früher ausser Acht gelassen habe, die Erscheinung auch eintreten, wenn mit zunehmendem Alter der Kolonie Spikeln mit immer kürzerem Mittelbalken gebildet werden. Untersuchungen, die ich in neuerer Zeit angestellt habe, ergaben, dass diese zweite Annahme, so unwahrscheinlich sie anfangs schien, die richtigere ist, und dass beim Wachsthum der Spikeln nur eine Zunahme der Dicke, nicht aber der Länge des Mittelbalkens nachweisbar ist.

Die Untersuchung von sehr zahlreichen und zu verschiedener Zeit gefangenen Exemplaren von *Sph. punctatum* ergiebt, dass die Länge des Mittelbalkens der Nadeln weder von dem Alter der betr. Kolonie, noch vom Alter der Nadeln selbst abhängig ist. Man findet junge Kolonien (Taf. 3 Fig. 24) mit feinen Nadeln, die meist einen langen Mittelbalken besitzen, und andererseits alte Kolonien mit kurzem Mittelbalken der Nadeln (Taf. 4 Fig. 13, Taf. 7 Fig. 49). Bei Vergleichung der feinen und der dicken, mit anderen Worten der verschieden alten Nadeln einer Kolonie zeigt sich, dass allerdings in alten Kolonien häufig der Mittelbalken um so kürzer ist, je feiner die Nadel (Taf. 7 Fig. 25, 27, 46, Taf. 3 Fig. 6 u. 9), dass jedoch auch der entgegengesetzte Fall (Taf. 7 Fig. 49) vorkommt, oder endlich die Länge der Mittelbalken bei feinen sowohl, als bei dicken Nadeln verschieden ist (Taf. 7 Fig. 23, 26, 35).

Nach den mitgetheilten Beobachtungen kann das gleichzeitige Vorkommen von feinen Nadeln mit kurzem, und dicken Nadeln mit langem Mittelbalken in vielen alten Kolonien nur dadurch bedingt sein, dass die Spikeln mit langem Mittelbalken gebildet wurden, als die Kolonie noch jung war, und dass in späteren Entwicklungsstadien Nadeln mit immer kürzerem Mittelbalken angelegt werden. Das verschiedene Verhalten des Mittelbalkens zwingt jedoch keineswegs, die Species *Sph. punctatum* in 2 oder mehrere Arten zu spalten, denn man findet

nicht selten in derselben Kolonie Spikeln mit sehr langem, und ebenso dicke mit mässig langem Mittelbalken (Taf. 7 Fig. 26).

Auch bei anderen Sphaerozoëen zeigt sich eine mehr oder weniger grosse Verschiedenheit zwischen den Nadeln bezw. Schalen, welche in den verschiedenen Entwicklungsstadien gebildet werden. In sehr jungen Kolonien von *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum* findet man fast immer nur einfache Nadeln, so dass die ohnehin sehr ähnlichen Jugendformen der beiden Arten noch schwerer von einander zu unterscheiden sind. In einigen etwas älteren Zuständen fanden sich die zusammengesetzten Nadeln beinahe ebenso häufig wie die einfachen, während in den ausgewachsenen Exemplaren die Anzahl der einfachen Nadeln stets bedeutend grösser ist, als die der zusammengesetzten. Hiernach scheint es, als ob bei den genannten 2 *Sphaerozoum*-Arten in Jugendzuständen zunächst nur einfache, darauf eine Zeit lang fast ausschliesslich zusammengesetzte Nadeln, und in älteren Zuständen nur noch einfache Nadeln, und zwar in grosser Anzahl gebildet werden. Aehnlich werden bei *Collosph. Huxleyi* in frühen Stadien nur Schalen von geringem Durchmesser gebildet, während in älteren Zuständen ebenso ausschliesslich grosse Gitterschalen producirt werden (vergl. unten Extracapsulare Körper). Die Vergleichung junger vegetativer und alter fructificativer Kolonien ergiebt, dass die früh angelegten kleinen Schalen ihren Durchmesser behalten und nur in die Dicke wachsen. —

Gegen meine frühere Ansicht, dass das Kieselskelet der Radiolarien durch Intussusception wächst, sprechen die mitgetheilten Thatsachen so entschieden, dass ich die frühere Annahme fallen lassen und mit Hertwig ein Wachsthum des Skelets durch Apposition annehmen muss. Dagegen habe ich auf anderem Wege eine Bestätigung meiner früheren Vermuthung, dass das Kieselskelet der Spaerozoëen eine organische Grundlage besitzt, erhalten können.

In jungen Exemplaren von *Collosph. Huxleyi*, die etwa 100 Individuen enthalten, findet man 1) 10—20 Individuen, die von einer kleinen, aber schon ziemlich dickwandigen Gitterschale umgeben sind, 2) 60—70 vollkommen nackte Individuen, 3) einige Individuen, die von einer weit abstehenden, sehr zarten Haut umgeben sind, 4) Individuen, bei denen die weit abstehende Haut (Anlage der Gitterschale) schon etwas dicker ist und Gitterlöcher erkennen lässt. Behandelt man eine solche Kolonie mit Jodjodkalium, so färbt sich die abstehende Hülle der unter 3) angeführten Individuen deutlich gelb und faltet sich. Bei Einwirkung von Salzsäure löst sie sich vollständig auf. Die Schalenanlage besteht also aus einer plasmatischen Substanz und besitzt schon den Durchmesser der zukünftigen Gitterschale. In der häutigen Anlage vermochte ich noch keine Gitterlöcher zu erkennen. Solange die Schale fein und membranartig ist, finden sich innerhalb derselben keine gelben Zellen; dieselben wandern erst ein, wenn bereits die Verkieselung eingetreten ist.

Bei *Sph. punctatum* finden sich in den Pseudopodiennetzen, die zwischen den Individuen ausgespannt sind, häufig Anlagen von Nadeln, welche fast nur aus einem sehr feinen Mittelbalken bestehen und von den Schenkeln wenig oder nichts erkennen lassen (Taf. 7

Fig. 17, 18). Nach Abtödtung der Kolonie mit Chromsäure wird in den Nadelanlagen eine Anzahl von kleinen Körnern sichtbar, die in ziemlich regelmässigen Abständen von einander liegen. Auch bei *Sph. acuferum* beobachtete ich in den Pseudopodien Nadelanlagen (Taf. 7 Fig. 20). Sie waren nicht allein viel feiner, sondern auch erheblich kürzer als die ausgebildeten Nadeln und liessen nach Behandlung mit Chromsäure und Hämatoxylin gefärbte Körner erkennen.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass das Skelet der Sphaerozoëen zuerst in organischer Substanz vorgebildet wird, und dass erst später die Verkieselung erfolgt. Ob bei der Verkieselung die plasmatische Substanz allmählich vollkommen durch Kieselsäure ersetzt wird oder ob stets ein organisches Substrat erhalten bleibt, wird durch weitere Untersuchungen, am besten wohl durch Anwendung von Fluorwasserstoffsäure, leicht zu entscheiden sein. —

Die systematische Verwerthung der Skeletformen bei den Sphaerozoëen wird im systematischen Theile dieser Arbeit (s. unten) einer eingehenden Prüfung unterworfen. Hier sei nur hervorgehoben, dass man bei ausschliesslicher Berücksichtigung der Nadeln leicht dahin gelangen kann, eine grosse Anzahl von Arten aufzustellen. Die Nadeln variiren so bedeutend, dass man jede der drei *Sphaerozoum*-Arten in 4—6 oder mehr Species zerlegen könnte. Man hätte sich aber dann der schwierigen und, wie mir scheint, ganz undurchführbaren Aufgabe zu unterziehen, die einzelnen Species gegen einander abzugrenzen und Unterschiede im Weichkörper nachzuweisen. Diese allein nach den Skeletformen abgegrenzten Arten würden so viele Uebergänge zeigen, dass eine sichere Bestimmung in den meisten Fällen ganz unmöglich wäre.

Ebenso wie man bei ausschliesslicher Berücksichtigung des Skelets dazu gelangen kann, Formen, die derselben Species angehören, wegen gewisser Verschiedenheit der Nadeln zu trennen, kann man auch in den Irrthum verfallen, Arten, die wegen des verschiedenen Baues des Weichkörpers verschiedenen Arten angehören, für Angehörige derselben Species zu halten, weil sie in der Form der Nadeln übereinstimmen oder doch sehr ähnlich sind. *Sph. neapolitanum* ist bezüglich des Skeletes *Sph. acuferum* zuweilen sehr ähnlich, doch kann man die älteren Zustände der beiden Arten nach der Beschaffenheit des Weichkörpers und nach der allgemeinen Anordnung der Theile sicher von einander unterscheiden. Schwieriger ist es oft, alte vegetative Zustände von *C. fulvum* von den entsprechenden Stadien von *Sph. neapolitanum* zu unterscheiden, da sich auch bei der ersteren Species zuweilen einzelne der für die andere Art charakteristischen Nadeln finden. Dass sie, trotz ihrer grossen Aehnlichkeit in manchen Entwicklungsstadien, verschiedene Arten sind, zeigt die durchgreifende Verschiedenheit der übrigen Entwicklungszustände (Bau der extracapsularen Körper, Lagerung und Menge der gelben Zellen, Verlauf der Schwärmerbildung, Vorkommen der Centralkapselmembran bei allen vegetativen Zuständen von *C. fulvum* etc.). Ferner kommen bei *Sph. Häckeli*, *C. Hertwigi* und mehreren anderen Arten dieselben Nadeln vor, wie bei *Sph. punctatum*, so dass ich einige dieser Species lange Zeit für Jugendzustände von *Sph. punctatum* gehalten habe. —

Bei *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* ist der grösste Theil der Nadeln in unmittelbarer

Umgebung der Individuen regelmässig angeordnet, so dass jedes Nest von einem Mantel von lose an und über einander liegenden Nadeln umgeben wird. Ausserdem findet man häufig sehr feine, augenscheinlich noch jugendliche Spicula in dem Pseudopodiennetz zwischen den Nestern. In den Kolonien von *Sph. neapolitanum* liegen die Spikeln, die verhältnissmässig wenig zahlreich sind, gewöhnlich regellos umher, doch kommt es auch vor, dass sie, ähnlich wie bei *Sph. acuferum*, um die einzelnen Nester herum sehr regelmässig angeordnet sind. Die vereinzelten Nadeln von *Sph. Häckeli* endlich zeigen gar keine Beziehung zu den Nestern.

10. Gelbe Zellen.

Die gelben Zellen der Radiolarien wurden von Huxley (2 p. 435) entdeckt und als »minute bright yellow spherical cells« beschrieben. — Müller (3 p. 5) fand, dass der Inhalt dieser gelben Zellen von Jod gebräunt und von Jod und Schwefelsäure noch tiefer gefärbt wird. Er erkannte ferner, dass die Zellen sich durch Theilung in 2—4 Tochterzellen vermehren. Jede der Tochterzellen umgiebt sich schon innerhalb der Mutterzelle mit einer besonderen Membran. »Als Keime von neuen Nestern sind die gelben Zellen nicht zu betrachten«. — Häckel (5 p. 84—87) widmet den gelben Zellen eine sehr ausführliche Besprechung und deutet sie (p. 137) als Leberzellen. — Stuart (11 p. 100) macht folgende Angabe: »Die Entwicklung der gelben Zellen, welche in ihren Jugendzuständen wirkliche Zellen sind und ihre Kerne erst später verlieren, konnte in besonderen Bildungszellen des inneren Protoplasma, auf dem Wege der sogenannten endogenen Zellbildung, verfolgt werden«. — Häckel (12) machte an conservirtem Material die interessante Entdeckung, dass die Körner der gelben Zellen sich bei Behandlung mit Jod blau färben, und schliesst daraus, dass mehr als die Hälfte des Radiolarienorganismus aus Stärke besteht. »Dass die gelben Zellen zu dem Organismus der Radiolarien gehören, ... kann nicht zweifelhaft sein« (pag. 538). Durch Behandlung mit Carmin wies er (pag. 533) einen Zellkern, der auch durch Essigsäure deutlich hervortritt, nach. — Dönitz (13) leugnet das Vorhandensein eines Kernes und giebt an, dass die Membran sich bei Kali- oder Schwefelsäure-Zusatz völlig auflöst. — Erst Cienkowski's Untersuchungen (14, p. 378—380) stellten die Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Radiolarien-Organismus in Frage. Er constatirte nämlich die auffallende Thatsache, »dass bei *Collozoum*, welches längere Zeit (über eine Woche) in Seewasser liegen blieb, die gelben Zellen fortfuhren freudig zu wachsen, auch dann, wenn das Protoplasma und die Kapseln der ganzen Kolonie schon völlig zerstört waren. In diesen Verhältnissen erschien um die gelbe Zelle eine ziemlich resistente Schleimmembran, die sie eng umschloss. Aus dieser Hülle trat die wachsende Zelle sehr langsam heraus, eine neue Umhüllung, die wiederum abgestreift wurde, bildend«. »Die befreite Zelle wuchs, bekam lappige Gestalt und vermehrte sich schliesslich durch Theilung. Diese Eigenschaft der gelben Zellen, nach dem Tode des Organismus, dem sie angehören sollen, zu wachsen und sich fortzupflanzen, dann die bedeutende Stärke-Quantität, die sie nach Häckel's wichtiger Entdeckung erzeugen, was ich bestätigen kann, sind Erscheinungen, die zwar über die Deutung der gelben Zellen nicht entscheiden, dennoch im Lebensgange der Radiolarien höchst befremdend dastehen«. Andererseits spricht keine einzige Thatsache dafür, dass die gelben Zellen im Radiolarienkörper selbst gebildet würden. — Hertwig (15) trat der Auffassung Cienkowski's entgegen, obwohl er zuerst mit Bestimmtheit erkannte, dass die gelben Zellen die einzigen individualisirten Zellen des Radiolarienkörpers sind. Für integrirende Bestandtheile der Radiolarie, und zwar für Nahrungsreservoirs, sah er die gelben Zellen an, weil er bei der Schwärmerbildung der Radiolarien normaler Weise einen Zerfall der gelben Zellen stattfinden sah, und weil er ausserdem in der extracapsularen Sarkode zuweilen kleine, von einem Pigmenthäufchen umgebene Kerne fand, die er als frühe Entwicklungszustände gelber Zellen ansieht und von dem Centralkapselinhalt ableitet. — In seiner zweiten Abhandlung über Radiolarien (17 p. 119) neigt sich Hertwig mehr der vorher bekämpften Auffassung Cienkowski's zu, ohne sich jedoch definitiv für oder gegen dieselbe auszusprechen. Zur Stütze der Ansicht von Cienkowski führt er besonders einen sehr treffenden Grund an: Er fand gelbe Zellen schon bei Organismen (Thalassicollen) vor, die nur einen einzigen, einfachen Kern besassen. Wenn die gelben Zellen integrirende Bestandtheile des Thieres wären, so müsste man sich zu

der unwahrscheinlichen Hypothese entschliessen, dass sie selbständig und unabhängig von dem einzig vorhandenen Zellkerne, also frei in der extracapsularen Sarkode entstanden seien. Einen anderen Grund für die parasitäre Natur der gelben Zellen sieht Hertwig darin, dass die gelben Zellen vielen Radiolarien, z. B. den Disciden, Heliosphaeren etc., vollkommen fehlen, während sie bei den nächsten Verwandten dieser Gruppen in oft sehr grosser Anzahl vorkommen. Dieser Punkt erscheint Hertwig aber von besonderer Bedeutung, »da man in einem so wesentlichen Theile der Organisation bei so nahe verwandten Thieren wie den Colliden, Heliosphaeriden etc. übereinstimmende Verhältnisse erwarten sollte«. — Von grosser Wichtigkeit für die Entscheidung der Frage, ob die gelben Zellen den Radiolarien angehören, oder ob sie eingedrungene, zufällig in den Radiolarien lebende Algen sind, war es dann, dass O. und R. Hertwig bei Actinien ganz ähnliche gelbe Zellen fanden, deren Zugehörigkeit zu dem Organismus, in dem sie lebten, in hohem Grade zweifelhaft war, und dass bald darauf Moseley auch in Foraminiferen und Chun in einer Rippenqualle, *Euchlora*, gelbe Zellen entdeckten. (Ausführlicheres s. 25.) — Brandt (18) führt dann eine Reihe von weiteren Gründen für die pflanzliche Natur der gelben Zellen an. Er zeigt, dass die gelben Zellen nicht, wie R. Hertwig auf Grund seiner Untersuchungen an *C. inerme* angenommen hatte, allgemein bei der Schwärmerbildung verbraucht werden, sondern bei *Sph. punctatum* und *Collozoum coeruleum* vollkommen unverändert bleiben und monatelang weiter leben. Da alle zum Radiolarienkörper gehörigen Theile entweder zum Aufbau der Schwärmer verwendet werden oder zu Grunde gehen, so ist das Zurückbleiben von lebenden gelben Zellen in hohem Grade auffallend und nicht mit der Annahme, dass sie Nahrungsreservoirs sind, vereinbar. Ferner hebt Verf. hervor, dass in jugendlichen Kolonien von *C. pelagicum* die gelben Zellen stets im äusseren Theile der Gallerte zu finden sind, dass sie nach und nach in den Pseudopodienmutterboden rücken und schliesslich sämmtlich in demselben liegen. Diese Beobachtungen machen es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die gelben Zellen von aussen in die Thiere eindringen, und dass sie nicht durch Umbildung intracapsularer Theile entstehen. Ein weiterer Grund für die pflanzliche Natur der gelben Zellen besteht in dem Vorhandensein einer Cellulosemembran bei denselben. Brandt macht endlich noch darauf aufmerksam, dass die Kerne der gelben Zellen sich bei Behandlung mit Farbstoffen anders verhalten als die Kerne der Sphaerozoëen, und schliesst aus seinen Befunden, dass die von Häckel für echte Pflanzenstärke gehaltene Substanz der gelben Zellen der bei Florideen vorkommenden Amylum-Modification ähnlich ist. — In einer späteren Arbeit (20) hebt Brandt die Bedeutung der gelben Zellen für die Ernährung der Radiolarien hervor, errichtet für die gelben Zellen die Algen-Gattung *Zooxanthella* und vergleicht die Symbiose von gelben Zellen und Radiolarien mit derjenigen der Flechten. — Geddes (21, 22) gelangte zu ähnlichen Resultaten wie Brandt, hält jedoch an der Ansicht Häckel's, dass die in Zooxanthellen vorkommende Stärke mit dem echten Amylum identisch ist, fest und führt den Nachweis, dass die gelben Zellen bei Belichtung Sauerstoff ausscheiden, dass sie also Chlorophyll (Diatomin?) enthalten. Ausserdem zeigt er im Anschlusse an Hertwig die weite Verbreitung der gelben Zellen bei Meeresthieren. — Brandt (25) vervollständigt die früheren Angaben über den Bau der gelben Zellen (besonders in Bezug auf den Farbstoff und die Assimilationsproducte) und giebt an, dass die isolirten gelben Zellen bei Anwendung geringer Wassermengen durch Verschleimung ihrer Membran in den Palmellenzustand übergehen, dass sie dagegen bei Cultur in grossen Mengen filtrirten Meerwassers grossentheils die Form von Schwärmern annehmen. Die schwärmenden Zooxanthellen unterscheiden sich von den in Radiolarien lebenden Zuständen nur durch ihre eiförmige Gestalt und durch den Besitz von 2 gleich langen Geisseln am Vorderende. —

Die gelben Zellen sind allerdings keine Bestandtheile des Radiolarienkörpers, sondern einzellige Algen, die auch in zahlreichen anderen Meeresthieren leben. Da sie jedoch stets in den Sphaerozoëen vorkommen und, wie ich unten zeigen werde, für die Ernährung derselben von erheblicher Bedeutung sind, so ist hier wenigstens eine kurze Schilderung ihres Baues, ihres Verhaltens gegen Reagentien, der Veränderungen, die sie bei den Entwicklungsvorgängen ihrer Wirthe erleiden, und ihres Schicksals nach dem Ausschwärmen der Radiolarienbrut am Platze.

Die gelben Zellen, welche sich in den verschiedenen Sphaerozoëen finden, stimmen —

abgesehen von geringfügigen und keineswegs durchgreifenden Grössenverschiedenheiten — unter einander und mit den gelben Zellen der Colliden, sowie denjenigen von *Velella* und *Zoobothrium* (s. **25** p. 219, 222) überein. Ich habe bereits früher (**20**) für diese Algenspecies den Namen *Zooxanthella nutricula* vorgeschlagen, halte es jedoch für möglich, dass sie mit *Exuviaella marina*, die Cienkowski[1]) ungefähr gleichzeitig im Weissen Meere entdeckt hat, identisch ist. Solange die Zooxanthellen in den vegetativen Zuständen der Sphaerozoëen leben, sind sie von kugliger oder ellipsoider Gestalt und mit derber Cellulosemembran versehen. An der Innenseite der Membran befinden sich die gelben Chromophyllkörper, die jedoch nur selten scharf umgrenzt sind, mit den Assimilationsproducten. Noch weiter innen liegt meist etwas excentrisch der Zellkern. Dass der Farbstoff ein chlorophylloider ist, hat zuerst Geddes durch den Nachweis der Sauerstoff-Production seitens der gelben Zellen gezeigt. Ich konnte mich mit Hilfe des Engelmann'schen Bacterienverfahrens gleichfalls davon überzeugen, dass bei Belichtung eine lebhafte Sauerstoff-Ausscheidung stattfindet, und wies durch Extraction des Farbstoffes mit Alkohol nach, dass die Chromophyllkörper einen gelben, leicht ausziehbaren und einen grünen, schwerer zu extrahirenden Farbstoff enthalten. Der Kern der gelben Zellen ist nicht, wie Hertwig (**15** p. 17) und ich (**25** p. 203) früher angaben, stets homogen, sondern besitzt nach Abtödtung mit Sublimat oder Ueberosmiumsäure häufig ein granulirtes Ansehen, das höchst wahrscheinlich durch ein Netzwerk von Chromatinfäden hervorgerufen wird. Meine frühere irrige Angabe wurde dadurch veranlasst, dass Jodspiritus, den ich vorzugsweise zur Abtödtung verwendete, die Kerne der gelben Zellen nicht so gut fixirt, wie Sublimat oder Ueberosmiumsäure, während die Radiolarienkerne sich gerade umgekehrt verhalten (s. oben p. 23). Einen anderen Unterschied im Verhalten der Kerne von *Zooxanthella* und derjenigen der Sphaerozoëen, nämlich ihre sehr verschiedene Färbbarkeit mit Tinctionsmitteln, habe ich früher (**18** p. 398) schon hervorgehoben.

Die Assimilationsproducte liegen z. Th. sicher in den Chromophyllkörpern, z. Th. scheinen sie jedoch auch an der inneren, dem Zellenlumen zugekehrten Seite derselben vorzukommen. Bei allen näher untersuchten Zooxanthellen liessen sich zwei Arten von Assimilationsproducten unterscheiden, die sich chemisch und physikalisch verschieden verhalten, nämlich:

1) Stärkekörner, welche eine sehr grosse Vacuole enthalten und deshalb im optischen Querschnitt als dünne Ringe erscheinen. Sie sind nicht doppeltbrechend, stets farblos (bis blassbläulich) und finden sich in jeder *Zooxanthella* zu 3—4, bis 10 oder 12. Waren die gelben Zellen längere Zeit in einem dunkeln oder schwach belichteten Raume, so färbt sich die Wand ihrer hohlen Stärkekörner mit reinem Jod rothbraun oder im besten Falle violett. Nach intensiver Belichtung dagegen tritt sofort eine rothviolette, dann blauviolette Färbung der Wand und eine eben solche, nur blassere Färbung der Vacuole des Stärkekornes

1) Cienkowski, L. Bericht über die Excursion nach dem Weissen Meere 1880. Arbeiten Petersb. Naturf. Ges. 12. Bd. 1881. 42 pgg. 3 Taf. (Russisch.)

ein. Bei Gegenwart von Säure ist die Jodwirkung zwar intensiver, doch erhält man auch dabei nie eine tiefblaue Färbung der Körner von gelben Zellen, die nicht kurz vor der Reaction stark belichtet worden waren. Für die Stärkenatur der in Rede stehenden hohlen Körner spricht ausser der Jodreaction auch das Verhalten gegen Säuren und Alkalien, sowie der Umstand, dass bei vielen Algen ebenso gebaute Körner vorkommen. Sie werden unter starker Quellung gelöst bei Behandlung mit Kalilauge und verschwinden allmählich bei Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure. Gegen die Identificirung mit echter Pflanzenstärke spricht hauptsächlich der gänzliche Mangel der Doppelbrechung. Ich habe niemals in gelben Zellen eine doppeltbrechende Substanz gefunden, welche sich nachher mit Jod violett oder blau färbte. Doppeltbrechende Körner kommen allerdings vor, doch sind dieselben in Grösse, Form und Verhalten gegen Jod vollkommen verschieden von den Stärkekörnern. Es erscheint mir daher auch jetzt noch ungerechtfertigt, die besagten Körner mit den echten Amylumkörnern zu identificiren, wie das von Häckel und Geddes geschehen ist, und halte nach wie vor die Substanz dieser Körner für eine Amylum-Modification.

2) Ausser den hohlen Stärkekörnern kommen in den Zooxanthellen feine Körnchen vor, welche compact und doppeltbrechend sind, eine unregelmässige Gestalt besitzen, im Leben röthlich bis violett erscheinen und durch Jodbehandlung nicht verändert werden. Solange die Radiolarien in mässigem diffusen Lichte gehalten werden, enthalten sie nur ganz vereinzelte oder gar keine dieser feinen doppeltbrechenden Körnchen, dagegen sind dieselben schon nach halb- bis einstündiger intensiver Belichtung in grosser Anzahl in den Chromophyllkörpern vorhanden. Wegen dieser Abhängigkeit von den Assimilationsvorgängen und wegen der Art ihres Auftretens halte ich auch diese doppeltbrechenden Körnchen, über deren chemisches Verhalten ich vorläufig nichts angeben kann, für Assimilationsproducte. —

Der Angabe von Häckel (**5** p. 85), dass bei *C. inerme* die gelben Zellen bald sämmtlich im Mutterboden, bald fast alle ausserhalb desselben zu finden sind, kann ich nicht beistimmen. Die gelben Zellen sind allerdings bei *C. inerme* nicht so charakteristisch vertheilt, wie bei den meisten anderen Sphaerozoëen; sie finden sich jedoch stets zum grössten Theile im Mutterboden. Ich habe nie ein unzweifelhaftes Exemplar von *C. inerme* gesehen, bei dem die gelben Zellen grösstentheils oder gar ausschliesslich ausserhalb des Mutterbodens der Individuen vorkamen, und vermuthe, dass Häckel Jugendzustände von *Myxosph. coerulea* für *C. inerme* angesehen hat. In ähnlichem, meist sogar noch höherem Grade als für *C. inerme*, ist auch für die anderen Sphaerozoëen die Anordnung der gelben Zellen eigenthümlich. Bei *C. fulvum*, *C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* finden sich, wie bei *C. inerme*, sämmtliche oder doch die meisten gelben Zellen in der unmittelbaren Umgebung der Individuen. Dagegen kommen bei *Myxosph. coerulea* und *Sph. neapolitanum* fast alle gelben Zellen ausserhalb des Mutterbodens, und zwar grösstentheils unweit der Gallertoberfläche vor, und werden erst während der Schwärmerbildung von den sich zusammenziehenden Pseudopodien in die unmittelbare Umgebung der Nester geführt. Bei *Siphonosph. tenera* endlich bemerkt man nur in den Klumpen von Assimilationsplasma und in

den Pseudopodienbahnen gelbe Zellen, niemals aber in unmittelbarer Umgebung der Individuen. Dadurch unterscheidet sich diese Species sofort von den übrigen mit Schalen versehenen Arten. Nur sehr jugendliche Kolonien der verschiedenen Sphaerozoëen zeigen noch nicht in allen Fällen die für ihre Species eigenthümliche Anordnung der gelben Zellen.

Auch die relative Menge der Zooxanthellen ist für die einzelnen Arten der koloniebildenden Radiolarien charakteristisch. Verhältnissmässig am meisten gelbe Zellen (bis circa 100 pro Individuum) beherbergen die Kolonien von *C. fulvum* und *Sph. acuferum*, sehr wenig (gewöhnlich 1—2, bisweilen auch wohl 3—4 pro Individuum) enthalten die Qualster von *Myxosph. coerulea*. Bei den beiden erstgenannten Arten sind die gelben Algen meist so häufig, dass sie im Mutterboden dicht an einander liegen und der ganzen Kolonie eine gelbliche Färbung verleihen. Auch *Sph. punctatum*, *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa* enthalten recht zahlreiche Zooxanthellen. —

Die gelben Zellen zeigen bei einigen mit Assimilationsplasma versehenen Arten eine gewisse Abhängigkeit von den Entwicklungszuständen ihres Wirthes. In dieser Hinsicht ist zunächst zu erwähnen, dass sehr jugendliche Collozoen nicht selten gelbe Zellen, welche in Zerfall begriffen sind (s. Taf. 2 Fig. 1, 2), enthalten. In älteren vegetativen Kolonien der verschiedenen Polyzoen-Species fanden sich dagegen stets intacte gelbe Zellen. Sobald aber die Bildung der Schwärmsporen beginnt, spielen sich in den gelben Zellen von *C. inerme*, *C. fulvum* und *Sph. neapolitanum*[1]) eigenthümliche Veränderungen ab, die schliesslich zu einem vollständigen Zerfall der gelben Zellen führen. Die Anzahl der feinen Körnchen, besonders der doppeltbrechenden, nimmt rasch zu, und zwar so bedeutend, dass die gelben Zellen undurchsichtig werden und eine schmutzig-gelbgraue Färbung annehmen. Die Stärkekörner und die Cellulosemembran schwinden, so dass die veränderten gelben Zellen sich nicht mehr mit Jod blau färben und sich in Kalilauge vollständig auflösen. Die Masse einer jeden gelben Zelle verwandelt sich darauf in maulbeerförmige Klumpen von verschiedener Grösse und Gestalt (s. Taf. 2 Fig. 25). Das weitere Schicksal habe ich nicht ermittelt und kann nur angeben, dass die maulbeerförmigen Klumpen an Zahl immer mehr abnehmen und beim Austreten der Radiolarienschwärmer häufig schon ganz fehlen. Ich vermuthe, dass sie vom umgebenden Assimilationsplasma vollständig zerstört werden, kann jedoch die andere Möglichkeit, dass die maulbeerförmigen Massen sich in Keime verwandeln, welche auswandern und ausserhalb des Radiolarienorganismus weiter leben, vorläufig noch nicht ausschliessen. Wie ich unten zeigen werde (s. Bildung der Isosporen, Zusammenfassung) giebt die Entartung des Assimilationsplasmas den Anstoss zu dem geschilderten Zerfall der gelben Zellen.

Eigenthümlicher Weise zeigt *Siphonosph. tenera* trotz ihres Besitzes von Assimilationsplasma keinen Zerfall der gelben Zellen, ebenso wenig die übrigen Sphaerozoëen, bei denen kein Assimilationsplasma vorkommt (*C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa*). Bei ihnen bleiben in der Regel sämmtliche gelben Zellen nach dem Ausschwärmen der jungen Radiolarienbrut in den absterbenden Resten der Kolonie zurück

1) *Sph. acuferum* ist in dieser Hinsicht noch nicht genügend untersucht worden.

und entwickeln sich weiter. Zuweilen kommt es allerdings bei *Sph. punctatum* vor, dass die eine oder die andere gelbe Zelle während der Schwärmerbildung des Commensalen in ähnlicher Weise wie bei *C. inerme* zerfällt, ebenso wie bei *C. inerme* oder *Sph. punctatum* manchmal einige gelbe Zellen das Austreten der Radiolarienschwärmer überleben; die bei weitem grössere Mehrzahl der gelben Zellen aber bleibt bei der Schwärmerbildung von *Sph. punctatum* etc. erhalten, geht dagegen bei *C. inerme* zu Grunde.

Ueber das Verhalten der gelben Zellen im isolirten Zustande haben Cienkowski und ich einige Angaben gemacht. Züchtet man die frei gewordenen gelben Zellen in geringen Wassermengen, so gehen sie in den von Cienkowski entdeckten Palmellenzustand über, indem ihre Membran sehr stark aufquillt und sich in einen dicken schleimartigen Ueberzug verwandelt. In diesem Zustande leben sie unter Vornahme von langsamen amöboiden Bewegungen monatelang weiter. Bringt man aber isolirte Zooxanthellen in grössere Mengen von Wasser, so verwandelt sich jede Zelle in einen Schwärmer (s. Taf. 2 Fig. 19—22). Die Membran platzt an einer Stelle, und der gesammte Inhalt der Zelle quillt langsam hervor. Noch ehe der flaschenförmige Zellleib die Membran verlassen hat, bemerkt man an dem noch von der Haut umgebenen Ende zwei Geisseln, welche alsbald anfangen langsam hin und her zu schlagen. Schliesslich ist die Zelle vollkommen aus der Cellulosehülle herausgetreten und nimmt sofort eine eiförmige Gestalt an. Die beiden Geisseln am leicht eingekerbten Vorderende schlagen in den ersten Minuten noch träge, so dass sie sehr deutlich zu erkennen sind; allmählich werden ihre Bewegungen lebhafter.

Ganz ähnliche Schwärmer habe ich zuweilen in grosser Menge im »Auftrieb« gesehen, so dass ich mich zu der Annahme berechtigt glaube, dass die Zooxanthellen, welche in den Radiolarien und anderen Meeresthieren leben, nichts weiter sind, als Ruhezustände der erwähnten Algenschwärmer. Diese Vermuthung wird noch dadurch gestützt, dass ich zuweilen innerhalb von Thieren (*Aiptasia*, *Reniera*) zwischen gewöhnlichen gelben Zellen auch ovale Formen, die an einem Ende eine leichte Einkerbung besassen und sich von den Schwärmzuständen nur durch den Mangel der beiden Geisseln unterschieden, antraf.

Bezüglich der systematischen Stellung von *Zooxanthella* äusserte ich früher (**25** p. 297) die Ansicht, dass die gelben Zellen wahrscheinlich mit der von Cienkowski entdeckten *Exuviaella marina* und mit Woronin's *Chromophyton* zusammen eine besondere Gruppe von Flagellaten neben den braunen Algen bilden. Inzwischen ist durch die Untersuchungen von Klebs[1]) festgestellt worden, dass *Exuviaella* Cnk. identisch ist mit Stein's *Dinopyxis laevis* und bestimmt zu den Peridineen oder Dinoflagellaten (Bütschli) gehört. Hiernach ist es, wie auch Klebs angiebt, in hohem Grade wahrscheinlich, dass *Zooxanthella* ebenfalls zu den Peridineen gehört. Die eigenthümliche Lebensweise der gelben Zellen ist um so weniger auffallend, als in neuester Zeit durch Pouchet[2]) die interessante Entdeckung gemacht worden ist, dass auch unzweifel-

1) G. Klebs, Ein kleiner Beitrag zur Kenntniss der Peridineen. in: Botanische Zeitung 1884. No. 46 u. 47. T. 10.

2) G. Pouchet, Sur un Péridinien parasite (*Gymnodinium pulviculus*) et sa forme-mère. in: Compt. Rend. Tome 98. No. 21. p. 1345—1346. Auch in: Journ. de Microgr. Tome 8. p. 347—348. 1884.

hafte Peridineen, wie *Gymnodinium pulvisculus* Bergh, theils frei an der Meeresoberfläche theils »parasitisch« an Appendicularien leben.

II. Die Individuen der Sphaerozoëen und ihre Vereinigung zur Kolonie.

Ueber Form und Lagerungs-Verhältnisse der Individuen, die Beziehungen der Individuen zu einander und über den Bau der Kolonie haben hauptsächlich Häckel (5) und Hertwig (15) genaue Mittheilungen gemacht, die ich im Folgenden ausführlich wiedergebe. Wie ich bereits in der Literatur-Uebersicht (s. oben p. 3) hervorhob, hat Meyen (1) noch keine klaren Angaben über das Radiolarien-Individuum gemacht. Erst Huxley's sorgfältigen Studien (2) verdanken wir den Nachweis, dass der Sphaerozoëen-Qualster eine Kolonie, jedes Nest desselben ein Individuum sei. Dass Müller (3) und Häckel (5) im Irrthum waren, wenn sie die Gallerte nicht als einen normalen Bestandtheil der Kolonie betrachteten, habe ich schon mehrfach erwähnt, ebenso dass Häckel (5) die Angaben seiner Vorgänger durch den Nachweis, dass die Individuen vermittelst ihrer Pseudopodien zusammenhängen und in beständiger Wechselbeziehung zu einander stehen, sehr wesentlich ergänzt hat. Ausserdem hat Häckel in seiner berühmten Monographie die ersten genaueren Angaben über die Radiolarien-Kolonien und die Individuen derselben gemacht (5 p. 116—127). »Die Hauptmasse der Polyzoën-Qualster ... bilden die Alveolven, jene ...kugligen, durch gegenseitigen Druck oft polygonal abgeplatteten, dünnhäutigen, geschlossenen Blasen mit wasserhellem Inhalt.« Sie »bestimmen durch ihre gegenseitige Gruppirung und Anlagerung die äussere Form sowohl als das gesammte Volum der genannten Meerqualster« und sind »die gemeinsame Binde- und Stütz-Substanz, auf der die Einzelthiere in bestimmten Abständen zerstreut sind. Lediglich die Ausdehnung dieser voluminösen Blasen verleiht den Polyzoen den ansehnlichen Umfang, den sie ohne denselben durch die Anhäufung der dem blossen Auge nur als Punkte erkennbaren Einzelthiere nicht entfernt erreichen würden. Der Durchmesser, der bei den kugligen Qualstern in der Regel nicht 5 mm übersteigt, erreicht bei den ellipsoid und endlich cylindrisch verlängerten, deren Dicke auch meist 5 mm nicht übersteigt, in der Länge bis über 50 mm.« Rein kuglig fand er stets die Form der *Collosphaera*-Qualster. »Die der Sphaerozoiden weicht von der regulären Kugelgestalt vielfach durch Verlängerung in der Richtung einer Axe ab, ohne dass der Grund dieser Gestaltung irgendwie zu errathen wäre, falls man darin nicht, im Hinblick auf die rosenkranzförmigen Einschnürungen, die Vorbereitung zu einem Zerfall der Kolonien in mehrere Stücke erblicken will«. Einmal fand Häckel auch einen Qualster von *C. inerme*, der einen vollkommen regulären, ganz geschlossenen, kreisrunden Ring oder Kranz von 20 mm Durchmesser darstellte und aus 25 unter einander fast gleichen keilförmigen Stücken zusammengesetzt war. Die Form der Qualster ist für die einzelnen Arten nicht charakteristisch; im Bau der Kolonien stimmen sämmtliche Arten überein. Die gesammte freie Oberfläche der Alveolen-Aggregate ist »überall mit einem dichten Walde lang und fein ausstrahlender Pseudopodien besetzt, welche von den an der Oberfläche des Gallertstockes liegenden Einzelthieren nach allen Seiten ausgehen. Nur die nach der Oberfläche des Qualsters gerichteten Pseudopodien treten frei in das umgebende Wasser vor; alle übrigen Sarkodefäden treten in die Zwischenräume der Alveolen hinein, bilden zwischen diesen ein durch den ganzen Stock verzweigtes Sarkodenetz und dienen ebenso allen benachbarten Nestern zur directen, wie allen weiter entfernten zur indirecten Verbindung.« Wahrscheinlich können die um die einzelnen Centralkapseln befindlichen Mutterböden ihre Substanz successive völlig austauschen. »Natürlich wird durch irgend welche Einrichtung das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Individuen in der Art gewahrt sein, dass jedes derselben beständig von einer gewissen Quantität der Sarkode umgeben bleibt, wie auch bei anderen socialen Thierstöcken die Ernährungsflüssigkeit auf eie Einzelthiere gleichmässig vertheilt wird. Vielleicht mag die Centralkapsel selbst in dieser Beziehung als centralisirender Attractionspunkt von Bedeutung sein«. Mit den Sarkodeströmen werden auch die gelben Zellen und die häufig vorkommenden extracapsularen Körper allenthalben in der Kolonie umhergeführt, »so dass auch sie zum Gemeingut des Thierstaats gehören und von keinem einzelnen Individuum beansprucht werden können. Allerdings sind sowohl bei den Sphaerozoiden als bei den Collosphaeriden häufig alle gelben Zellen in bestimmter Ordnung auf die Einzelthiere vertheilt und in deren Mutterböden, nächst der Centralkapsel, angehäuft, während in den Intervallen zwischen den Kapseln, in

den Zwischenräumen des Alveolen-Aggregates, keine einzige gelbe Zelle zu erblicken ist; ... allein in anderen, kaum seltneren Fällen sind die gelben Zellen regellos im Qualster zerstreut oder sogar, wie es scheint, möglichst weit von den Kapseln, im Mittelpunkt ihrer Intervalle, zusammengeführt. Als einzig Individuelles, als unveräusserliches Eigenthum bleibt also den Einzelthieren der Polyzoen nur die Centralkapsel übrig.« — Da sowohl die Alveolen, als auch die gelben Zellen, als auch endlich die extracapsulare Sarkode, welche die wichtigsten Functionen des Körpers, Stoffwechsel, Empfindung und Bewegung, versieht, Gemeingut des Stockes sind, andererseits aber die Centralkapsel — wenn auch histologisch der am meisten differenzirte Theil des Radiolarienleibes, und morphologisch von der grössten Wichtigkeit — an physiologischer Bedeutung hinter dem extracapsularen Sarkodekörper zurücksteht und allein oder wenigstens vorzugsweise als Fortpflanzungsorgan zu fungiren scheint, so muss die Individualität der Nester in hohem Grade problematisch erscheinen. Sollten fernere Untersuchungen herausstellen, dass die Centralkapsel wirklich weiter nichts ist, als das Fortpflanzungsorgan der Radiolarien, so würden die Polyzoenstöcke vielleicht mit grösserem Rechte als einzelne Individuen mit Vervielfachung eines bestimmten Organes anzusehen sein. Man könnte die Polyzoa vielleicht besser als Polycyttaria bezeichnen und die Gesammtheit eines Qualsters als ein einziges solitäres Individuum auffassen, bei dem in bestimmten Intervallen in gewissen Knotenpunkten des netzförmigen Sarkodekörpers mehrere geschlossene, mit zelligen Elementen gefüllte Kapseln liegen, die bei den sogenannten Monozoen nur in Einzahl vorhanden sind, und die wahrscheinlich nur die Bedeutung von Fortpflanzungsorganen haben. Die Entscheidung der Frage, ob die Centralkapseln Individuen oder Organe sind, überlässt Häckel späteren Untersuchungen. — »Am meisten an der Centralkapsel auffallend erscheint ihre sehr veränderliche Gestalt, welche entweder von einer Compression, einer in bestimmter Richtung erfolgenden Contraction des umhüllenden Sarkode-Mutterbodens, oder aber von einer Contractilität der Kapsel selbst abgeleitet werden muss. Während die Kapsel der Monozoen mir niemals einen Wechsel ihrer charakteristischen Gestalt gezeigt hat und immer ganz starr erscheint, habe ich die Form der Polyzoen-Nester, selbst innerhalb eines und desselben Qualsters, so verschieden gesehen, dass eine Contractilität derselben höchst wahrscheinlich erscheinen muss. Allerdings ist schon das Theilungsvermögen derselben durch die Fähigkeit der Zusammenziehung bedingt. Doch konnte ich den Act des Ueberganges von einer Form in die andere niemals unmittelbar verfolgen«. »Die Gestalt der Kapsel geht, abgesehen von den ... bisquitförmigen Theilungsformen, aus der Kugel in das Ellipsoid, besonders aber in die flache, biconvexe Scheibe, eine Linse mit abgerundetem Kreisrande, über. Sehr eigenthümlich verhält sich die Gestalt der Centralkapseln von *Collozoum pelagicum*, welche von verschiedenen Seiten unregelmässig polygonal comprimirt sind«. Man findet in der Regel, »dass die Nester nur auf der Oberfläche, nicht im Inneren des Alveolen-Aggregates zerstreut sind, und dass sie alle einer flachen, biconvexen Linse gleichen, so stark comprimirt, dass die centrale Oelkugel fast an die beiden gekrümmten Flächen der Membran anstösst. Die linsenförmigen Nester erscheinen meist sehr gleichmässig über die Oberfläche des Meerqualsters vertheilt und sind durch regelmässige Intervalle getrennt, welche ihrem eigenen Durchmesser gleich sind oder denselben um das Doppelte, seltener Mehrfache übertreffen«. »Die zunächst benachbarten Nester waren immer unmittelbar durch sehr zahlreiche Anastomosen der seitlich ausstrahlenden Fäden verbunden. Andere Fadenbündel kreuzten sich mit denen der nächststehenden Nester und liefen weiter in das Innere zwischen die Alveolen hinein oder zu anderen entfernteren Nestern hin, um mit diesen eine Verbindung herzustellen. Je weiter nach innen, desto spärlicher und dünner erschienen die Sarkodefäden zwischen den Alveolen.« Bei mechanischer Reizung werden »die Nester meist kugelig oder unregelmässig rundlich und meist in das Innere des Alveolenaggregates mehr oder weniger tief hineingedrängt, dabei die Fäden verbogen, gekrümmt und häufig in breite Massen verschmolzen«. »Im höchsten Grade geht diese Veränderung so weit, dass die kugeligen Nester dicht an einander gedrängt als zusammenhängendes, maulbeerförmiges Conglomerat im Centrum des Qualsters erscheinen«; die Pseudopodien sind dann meist ganz zurückgezogen und sind zum Theil durch Imbibition oder Exsudation in Gallerte verwandelt. Die Einzelthiere besitzen also das Vermögen, ihren Platz innerhalb des Alveolenstockes vielfach zu ändern, und treten in ungestörtem, lebendem Zustande an die Oberfläche desselben hervor, während sie, wenn sie gestört werden oder langsam absterben, sich in das Innere und zuletzt bis zum Centrum des Alveolenaggregates zurückziehen. Aehnlich wie Müller, der das Zusammenrücken der Individuen zu einem Klumpen mehrfach beobachtet hat, erklärt Häckel diese Ortsveränderungen der Nester als das Resultat der zusammenwirkenden Contractionen vieler einzelner Pseudopodien. »Da die Sarkode zwischen allen Nestern ein zusammenhängendes und den ganzen

Alveolenstock durchziehendes Netz bildet, so werden sämmtliche Nester bei gleich starker und allseitiger Contraction der gesammten Sarkodemasse, d. h. bei der allgemeinen und überall gleich intensiven centripetalen Strömung gegen den Mittelpunkt des Qualsters hin bewegt werden. Es scheint, dass auch die Ansammlung der Nester in der Mitte des Qualsters, in Folge einer von aussen einwirkenden Störung, ebenso wie das Hervortreten der Nester an die Oberfläche des Alveolenaggregates beim Nachlass der Störung, in Folge eines gemeinsamen Impulses geschieht, der alle Individuen der Kolonie beherrscht, und dessen Leitung von und zu den einzelnen Nestern offenbar durch das continuirliche Sarkode-Netz vermittelt wird. Auch in dieser Beziehung erscheint wieder die Radiolarienkolonie, vom physiologischen Gesichtspunkte aus betrachtet, als Individuum (Polycyttarium), mit einem Multiplum gleicher Organe (Centralkapseln), ... während, wenn man den morphologischen Standpunkt behauptet, der Polycyttarien-Qualster auch dann noch als eine Kolonie innig verbundener Individuen aufgefasst werden kann.« — Bei *Sphaerozoum* finden sich die Spicula nicht allein in der Aussenzone rings um die Nester, sondern auch bisweilen allenthalben im inneren Raum zwischen den Alveolen. In diesem Falle waren die letzteren Nadeln »meist viel kleiner, zum Theil noch ganz dünne, feine Nadeln«, und schienen »jüngere Zustände zu repräsentiren«. —

Schneider (8 p. 511) stellte einige Versuche an. »Theilt man eine Kolonie, so arrondiren sich die Stücke wieder vollständig und leben weiter. Zwei Kolonien, die man an einander legt, fliessen bereits nach etwa 12 Stunden vollständig zusammen, ohne dass man an den Umrissen der neuen Kolonie und der Lagerung der Einzelthiere den Ursprung aus zweien erkennen kann«. — Cienkowski (14 p. 374, 377) beobachtete bei *Collosphaera* und *Collozoum*, »dass die sich vollziehende Differenzirung (zum Zwecke der Schwärmerbildung) durch das beginnende Zusammenrücken der Kapseln angezeigt« wird. »Nach und nach verschwinden die Alveolen und das strahlende Protoplasma fast gänzlich; die Kapseln werden dadurch gewöhnlich so nahe aneinander gepresst, dass sie abgeflacht, wie ein Parenchymgewebe, dessen Intercellularräume von gelben Zellen erfüllt sind, aussehen«.

Hertwig's Untersuchungen (15 p. 12, 19—24, 40—42) bestätigen in vielen Punkten die Angaben von Häckel; ein wichtiger Unterschied seiner Resultate gegenüber denen seines Vorgängers besteht jedoch, wie bereits mehrfach angeführt, darin, dass er die Gallertsubstanz als einen integrirenden Bestandtheil der normalen Kolonie erkannte. Die Verschiedenheiten in der Form und Grösse der Kolonie sind nach seinen Befunden »von keinerlei Bedeutung und können weder zur Bestimmung der Art, noch zur Charakteristik irgend einer Entwicklungsphase des *Collozoum* benutzt werden«. Jedes koloniebildende Radiolar »besteht aus einer Anzahl von Einzelthieren, von denen ein jedes sich wieder aus der Centralkapsel und den extracapsularen Theilen zusammensetzt«. Die Centralkapsel, welche sämmtliche Kerne enthält, ist der morphologisch bei weitem wichtigste Theil des Körpers. »Vom histologischen Gesichtspunkt aus betrachtet bildet dieselbe eine vielkernige Zelle, oder nach Häckel's Auffassung der Zellindividualität ein Syncytium zahlreicher Zellen, das in seinem Innern Oelkugeln abscheidet und sich nach aussen mit einer von feinen Canälen durchsetzten Membran, der Centralkapselmembran, umgiebt. Zu diesem Syncytium verhält sich die extracapsulare Sarkode, der Pseudopodienmutterboden und das Netwerk der Pseudopodien, wie der ausserhalb der Schale gelegene Theil des Foraminiferenkörpers zu dem von der Schale umschlossenen; die gesammte extracapsulare Sarkode ist gleichsam nur eine Ausstrahlung des intracapsularen Theils«. Auch Schneider (8) hatte bereits den in der Schale liegenden Weichkörper der Foraminiferen mit der Centralkapsel der Radiolarien verglichen. Man kann also die Centralkapsel nicht als ein Organ (Fortpflanzungsorgan) bezeichnen, sondern dieselbe stellt »so recht eigentlich den Körper der Radiolarien vor, welcher nach aussen seine die Nahrungsaufnahme vermittelnden Theile aussendet«. Die Gallerte ist zweifellos ein Ausscheidungsproduct des Körperplasmas; wir können somit die Ausscheidung der Gallerte als eine sehr primitive Art der Gewebebildung betrachten«. Im Verlaufe der Schwärmerbildung werden alle Theile des Körpers, auch die extracapsularen, zur Bildung der Schwärmer aufgebraucht, so dass »das Mutterthier sich völlig in die Tochterorganismen auflöst. Hieraus folgt, dass die Centralkapsel nicht als Fortpflanzungsorgan gedeutet werden kann, da an der Fortpflanzung alle Theile des Radiolars Theil nehmen und für sie somit kein besonderer Apparat differenzirt ist«. Hertwig macht endlich noch folgende Bemerkungen: Es »ist mir immer aufgefallen, wie gleichförmig die Fortpflanzung bei den einzelnen Individuen derselben Kolonie verläuft, wie alle Theile fast genau die gleiche Stufe und jedenfalls die gleiche Form der Entwicklung einhalten«. In den Fällen, wo man Individuen verschiedener Entwicklungsstufen in derselben Kolonie antrifft, ist der Verdacht nicht ausgeschlossen, dass zwei verschiedene Kolonien zufällig zusammen-

geklebt sind. »Bekanntlich verkleben die polyzoen Radiolarien sehr leicht mit einander und ist die Vereinigung der beiden Theile häufig dann eine so innige, dass man die Verklebung nur an der Verschiedenheit der beiden Organismen erkennen kann«.

Die Individuen.

Jedes Sphaerozoëen-Individuum repräsentirt, wie Hertwig zuerst mit Bestimmtheit feststellte, eine Zelle, die einen ziemlich hohen Grad der Differenzirung aufweist. Die einzelnen Theile der Zelle sind je nach der Altersstufe und der Species etwas verschieden angeordnet und zeigen z. B. bei *C. fulvum* folgende Reihenfolge (Taf. 6 Fig. 21): Im Centrum befindet sich die Oelkugel (*O*), die in ein besonderes Substrat eingebettet ist. In unmittelbarer Nähe derselben findet sich eine Plasma-Substanz (*a*), die von der übrigen Marksubstanz in mehrfacher Hinsicht abweicht. Sie scheidet bei manchen Arten blaues Pigment und bei *Collosph. Huxleyi* auch die für diese Species charakteristischen grossen Krystalle aus, und ist ausserdem, wie unten näher gezeigt werden wird, höchst wahrscheinlich der Sitz der Phosphorescenz. Dann folgt die eigentliche Marksubstanz (*MS*), in welcher, in ein- oder zweifacher Lage sehr regelmässig angeordnet, die Kerne (*n*) liegen. Noch weiter aussen befindet sich die poröse Centralkapselmembran (*C*), welche Mark- und Rindentheil der Zelle trennt. Ausserhalb der Centralkapselmembran liegt ein dicker »Pseudopodien-Mutterboden« aus Assimilationsplasma (*A. P.*) mit den gelben Zellen (*Z*). Von der Oberfläche dieser Schicht gehen endlich die vielverzweigten Pseudopodien (*P*) aus, welche Vacuolenflüssigkeit (*V*) und Gallertsubstanz (*G*) ausscheiden.

Wie bereits bemerkt, sind nicht bei allen Arten dieselben Schichten vorhanden. Bei *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* z. B. ist in den entsprechenden (älteren vegetativen) Entwicklungsstufen die Centralkapselmembran nicht nachweisbar. Bei *C. pelagicum* fehlt die Schicht von Assimilationsplasma; in Folge dessen wird die Centralkapselmembran bei dieser Art und mehreren anderen direct von einer dünnen Lage der Pseudopodien-bildenden Substanz eingehüllt. *Sph. acuferum* besitzt nicht, wie die anderen Species, nur eine einzige grosse Oelkugel, sondern mehrere, die im Centralkapselinhalt gleichmässig vertheilt sind. Ferner scheidet bei mehreren Arten die Rindensubstanz auch Kieselgebilde aus, die entweder in Form von lose zusammenliegenden Nadeln oder einer einfachen Gitterschale die Zelle umgeben. *Siphonosph. tenera* enthält zwar auch Assimilationsplasma, wie *C. fulvum*, jedoch in ganz anderer Anordnung als diese Species, u. s. w.

Ausserdem sind die Theile der Markmasse in sehr jugendlichen Individuen wesentlich anders gelagert (Taf. 6 Fig. 20*a*—*e*), als ich von den älteren vegetativen Zuständen des *C. fulvum* oben angab. Solange nur ein Kern vorhanden ist, liegt derselbe im Centrum, während die Fettkörnchen im peripheren Theile der Markmasse liegen. Der Kern vermehrt sich durch wiederholte Theilung, während sich im peripheren Theile der Marksubstanz die Fettkörnchen zu einigen kleinen Oeltropfen vereinigen, deren Zahl gewöhnlich ebenso gross ist, wie die der central gelegenen Kerne. Darauf werden — vermuthlich in Folge

entsprechender Bewegungen der Marksubstanz — die Kerne in centrifugaler, die Oeltropfen in centripetaler Richtung bewegt. Die Oeltropfen verschmelzen zu einer grossen Oelkugel, die genau an dieselbe Stelle rückt, welche vorher in der einkernigen Zelle von dem Kerne eingenommen worden war. Gleichzeitig sind die Kerne auf ihrer Wanderung nach der Peripherie schliesslich in der Zone angelangt, in welcher kurz zuvor die Vereinigung der Fettkörnchen zu kleinen Oeltropfen stattfand. In älteren vegetativen Individuen liegen also Oelkugel und Kerne umgekehrt als in gewissen Jugendzuständen. —

Die Form der Individuen ist bei den einzelnen Species ziemlich verschieden. Die Individuen der Collosphaeriden, welche entweder von einer Gitterschale umgeben sind oder (*Myxosphaera*) eine sehr derbe Centralkapselmembran besitzen, sind kugelförmig. Bei den Individuen von *Sph. acuferum*, *C. fulvum* und *C. pelagicum* ist eine Achse etwas verkürzt, so dass die Individuen nicht regelmässig kuglig, sondern an zwei entgegengesetzten Polen leicht abgeplattet sind. Bei *Sph. punctatum* sind die Individuen etwas stärker abgeplattet und besitzen eine ellipsoide Form. Durch noch stärkere Compression in einer Richtung nehmen bei *C. inerme*, wie Häckel bereits constatirte, die Individuen schliesslich die Form einer biconvexen Linse an (Taf. 1 Fig. 18). Ebenso oder sogar noch stärker ist die Abplattung der Individuen von *Sph. neapolitanum*. Zugleich ist bei den beiden letztgenannten Arten die Form der Markmasse häufig sehr unregelmässig, während die mit besonderer Centralkapselmembran versehenen Arten fast stets einen glatten Contour der Markmasse aufweisen.

Die Grösse der ausgewachsenen Individuen ist bei den verschiedenen Arten recht verschieden. Am bedeutendsten ist der Durchmesser der Markmasse bei *Sph. acuferum* (bis 0,21 mm), am geringsten bei *Myxosph. coerulea* (bis 0,007 oder 0,008 mm).

Form der Kolonien und Anordnung ihrer Theile.

Die Vereinigung der Individuen zur Kolonie geschieht theils vermittelst der Pseudopodien, theils auch durch die bei älteren Exemplaren stets sehr reichlich vorhandene Gallertsubstanz. Wie schon Häckel hervorhob, sind Form und Grösse der Kolonie in hohem Grade von dem Umfang und der Anordnung der Vacuolen abhängig. Es ist aber noch hinzuzufügen, dass auch die Gallertsubstanz recht erheblich zur Vergrösserung der Kolonie beiträgt, was man z. B. bei stark gereizten Kolonien, die ihre Vacuolen gänzlich eingebüsst haben, erkennen kann. Die plasmatischen Theile nehmen nur einen verhältnissmässig sehr geringen Raum ein. Die Individuen einer Kolonie von *Myxosph. coerulea*, die 10 mm Durchmesser besass, zogen sich im Verlaufe der Schwärmerbildung zu einem Klumpen zusammen, der sämmtliche Plasmatheile und sogar noch alle gelben Zellen der Kolonie enthielt, und doch nur einen Durchmesser von 1 mm hatte. Der Inhalt der Kolonie verhielt sich also zu dem des zusammengezogenen Klumpens wie 1000:1.

Die Form der Kolonie, die nicht allein bei den verschiedenen Species, sondern auch bei den verschiedenen Entwicklungsstufen derselben Art Unterschiede aufweist, ist im allge-

meinen entweder kuglig oder walzenförmig. Die Jugendstadien aller bisher näher untersuchten Arten sind mehr oder weniger langgestreckt cylindrisch oder wurstförmig und besitzen mehrere Vacuolen. Die alten vegetativen und die vollständig ausgewachsenen Kolonien, die schon im Begriff sind, Schwärmer zu produciren, zeigen dagegen, wie überhaupt, auch in der Form der Kolonie und der Anordnung der Vacuolen erst deutlich die Speciescharaktere. Entweder ist die Kolonie auch im Alter regelmässig wurstförmig und mit zahlreichen Vacuolen versehen (*Sph. neapolitanum*, *C. pelagicum*), oder die Kolonie wird im Alter kuglig oder doch wenigstens eiförmig, behält aber eine erhebliche Anzahl von Vacuolen (*Sph. punctatum*, *Sph. acuferum*), oder sie bleibt zwar langgestreckt, erfährt aber durch das Auftreten einiger grosser Vacuolen eine perlschnurförmige Gliederung (*C. inerme*)[1]), oder aber die wurstförmige Gestalt wird erst sehr spät, meist erst beim Beginn des fructificativen Zustandes aufgegeben, die zahlreichen Vacuolen verschmelzen nach und nach zu einer einzigen sehr grossen, die entweder Gallertsubstanz enthält oder nicht, und die Kolonie wird zugleich wurstförmig (*Myxosph. coerulea*, *C. fulvum*), oder es sind endlich nur die ganz jungen Zustände wurstförmig und mit mehreren Vacuolen versehen, während des grössten Theiles des vegetativen Lebens dagegen sind die Kolonien kuglig und besitzen nur eine sehr grosse, meist mit weicher Gallerte erfüllte Vacuole (*Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa*, *Siphonosph. tenera*).

Die Grösse ist bei den wurstförmigen Kolonien zuweilen sehr bedeutend. So habe ich z. B. eine Colonie von *C. pelagicum* gefunden, die 260 mm lang und 2 mm dick war, während Kolonien von mehr als 100 mm Länge bei dieser Art und bei *Myxosph. coerulea* nicht gerade selten sind und auch bei *Sph. neapolitanum* zuweilen vorkommen. *Sph. neapolitanum* ist meist 30—40 mm lang und 3—4 mm dick, die perlschnurförmigen Kolonien von *C. inerme* sind gewöhnlich 10—20 mm lang und 3 mm dick. Die alten kugligen Kolonien von *Collosph. Huxleyi* besitzen in der Regel einen Durchmesser von 3,5—4, höchstens 6 mm, *Acrosph. spinosa* 1,0—3,2, *Siphonosph. tenera* 2,5—3; dagegen messen die fructificativen kugligen Kolonien von *Myxosph. coerulea* gewöhnlich 9—10 mm im Durchmesser.

Die angeführten Beispiele, die im systematischen Theile dieser Arbeit genauere Wiedergabe finden, mögen vorläufig genügen, um zu zeigen, dass Form und Grösse der Kolonie für die älteren Kolonien ziemlich charakteristisch sind, dass also Hertwig im Irrthum war, wenn er das Gegentheil behauptete. Die angeführten Fälle, in denen die Kolonien zeitlebens wurstförmig bleiben (*Sph. neapolitanum*, *C. pelagicum*) und noch während der Schwärmerbildung eine recht bedeutende Länge besitzen, zeigen zugleich die Unhaltbarkeit der Ansicht Häckel's, dass die Verlängerung der Kolonie in einer Achse dazu bestimmt sei, eine Abschnürung in einzelne Stücke vorzubereiten. —

Auch die Vertheilung der einzelnen Theile in der Kolonie ist bei den verschiedenen

1) Ringförmige Kolonien, die von Häckel bei *C. inerme* beobachtet worden sind, habe ich bei dieser Art (Taf. 1 Fig. 21) mehrmals und ausserdem auch bei *Myxosph. coerulea* gefunden, wo sie entweder zahlreiche kleine oder nur eine einzige grosse Vacuole enthielten (Taf. 1 Fig. 6, 7). Auch bei *Sph. neapolitanum* habe ich einmal eine ähnliche Form bemerkt (Taf. 1 Fig. 32).

Exemplaren einer Species im wesentlichen übereinstimmend, allerdings auch nur dann, wenn man gleiche Entwicklungszustände, die nicht etwa durch äussere Einwirkungen gereizt und im Gleichgewicht gestört worden sind, vergleicht. Die verschiedenen Arten aber zeigen recht bedeutende Verschiedenheiten unter einander, die ich Taf. 1 Fig. 18 und 42*a*—*d* schematisch dargestellt habe. Bei *Myxosph. coerulea* z. B. liegen die Individuen sehr dicht beisammen (Taf. 1 Fig. 42*a*, Taf. 2 Fig. 5), bei *Collosph. Huxleyi* (Taf. 1 Fig. 42*b*, Taf. 2 Fig. 6) und *Acrosph. spinosa* dagegen sehr weit von einander entfernt, bei *Siphonosph. tenera* endlich sind sie in eigenthümlicher Weise gruppirt (Taf. 1 Fig. 15, 42*c*). Um je einen grossen Klumpen von Assimilationsplasma herum liegen mehrere (3—6) Individuen. In den kugligen Kolonien von *C. fulvum*, *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa* und *Siphonosph. tenera* liegen die Individuen meist in einfacher, bei *Myxosph. coerulea* häufig in 2—3facher Schicht an der Oberfläche der grossen Vacuole. Auch bei den mit vielen Vacuolen versehenen Kolonien von *C. pelagicum*, *Sph. neapolitanum*, *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* befinden sich die meisten Individuen im äusseren Theile des Qualsters an der Oberfläche der äusseren Vacuolen; ein Theil der Individuen dringt jedoch, wie ich im Gegensatze zu Häckel hervorheben muss, auch zwischen die inneren Vacuolen (Taf. 1 Fig. 42*d*). Bei *Sph. punctatum* kommt es (vergl. Huxley **2**, Fig. 3*a*) häufig vor, dass die äusseren Vacuolen von den anliegenden Individuen eingebuchtet sind. Eine ähnliche Lagerung zeigen die Individuen von *C. inerme*: sie liegen zum grössten Theile auf der Oberfläche der Vacuolen, zum Theil aber auch zwischen denselben. Die geschilderte Lagerung ist nur bei ungestörten Kolonien zu bemerken. In Folge mechanischer oder thermischer Reize ziehen sich die Individuen zu einem oder mehreren Klumpen zusammen, während gleichzeitig die Vacuolen theilweise oder gänzlich schwinden. Dasselbe geschieht auch meist bei der Ausbildung der Schwärmeranlagen (s. unten). Die Individuen alter Kolonien von *Sph. neapolitanum* zeigen eine auffallende Neigung, sich in Folge von Reizen zu Haufen von 6—10 Individuen zusammenzuziehen, und gewähren dann ein ähnliches Ansehen wie die Kolonien von *Siphonosph. tenera* schon im ungereizten Zustande darbieten. Nach Häckel's Angaben (**5** p. 527) sind ausserdem bei *Sph. spinulosum* die Individuen grossentheils zu Haufen von 40—60 zusammengerückt. —

Myxosph. coerulea zeigt zuweilen eine eigenthümliche Erscheinung, die ich bei anderen Collosphaeriden nie bemerkt habe. Die alten kugligen Exemplare enthalten nämlich in ihrer grossen, mit weicher Gallerte erfüllten Vacuole nicht selten Klumpen fester Gallerte mit einem oder mehreren (bis 12) Nestern, von denen Pseudopodien ausstrahlen, einigen gelben Zellen, Vacuolen etc. (Taf. 5 Fig. 58). Solche Klumpen, die man wohl als Sprengstücke des äusseren Gallertmantels aufzufassen hat, hängen entweder durch Gallertstränge, in denen auch Pseudopodien verlaufen, mit den übrigen Nestern zusammen, oder sie sind allseitig von der Vacuolengallerte umgeben und so von der Aussenwelt gänzlich abgeschlossen. Im letzteren Falle waren die Individuen der Klumpen zuweilen im Absterben begriffen, während die im äusseren Gallertmantel befindlichen Nester vollkommen normal waren. —

Ueber die Vertheilung der gelben Zellen und der bei manchen Arten vorhandenen

Nadeln in der Kolonie ist oben (pag. 65 u. 68) bereits das Wichtigste mitgetheilt. Im allgemeinen ist in denselben Entwicklungsstadien einer Species die Lagerung der gelben Zellen stets die gleiche. Die Anordnung ist so regelmässig, dass man bei sehr verschiedener Vertheilung der gelben Zellen in zwei sonst ähnlichen Kolonien vermuthen muss, zwei verschiedene Arten vor sich zu haben. Ich glaube z. B., dass Häckel, der bei *C. inerme* die gelben Zellen entweder alle im Mutterboden oder sämmtlich ausserhalb desselben fand, 2 verschiedene Arten für eine Species gehalten hat.

Verschmelzungen verschiedener Kolonien.

Ueber Verschmelzungen mehrerer Kolonien unter einander habe ich nur bei Schneider (**8**) und Hertwig (**15**) die oben citirten kurzen Angaben gefunden; die übrigen Forscher machen keine Mittheilungen über diesen in mehrfacher Hinsicht sehr wichtigen Gegenstand. Ich fand wiederholt Kolonien, in denen Nester verschiedener Entwicklungszustände vereinigt waren. So bemerkte ich zuweilen Exemplare von *C. inerme* mit zahlreichen grossen Nestern, die fast reife Anlagen von Krystallschwärmern besassen, und erheblich kleineren Nestern, welche noch vollkommen durchsichtig waren, je eine ansehnliche Oelkugel, dagegen gar keine Krystalle enthielten und in jeder Hinsicht den Individuen junger vegetativer Zustände von *C. inerme* entsprachen. Sie waren zunächst gleichmässig zwischen den grossen Nestern vertheilt. Als dann die letzteren sich kurz vor dem Ausschwärmen zu einem weissen Klumpen zusammenzogen, behielten die kleinen Individuen ihren Platz bei und blieben in der Gallerte zurück, als die Schwärmer der grossen Nester austraten. Bei *Myxosph. coerulea* beobachtete ich eine ähnliche Erscheinung. Auch hier waren zuweilen farblose kleine Individuen gleichmässig zwischen grösseren blauen Nestern vertheilt, und auch in diesem Falle blieben die farblosen Individuen in der Gallerte zurück, als die blauen Nester ihre Schwärmer entleerten. Es drängt sich sofort die Frage auf: Sind die beiden verschiedenen Entwicklungszustände von jeher in derselben Kolonie gewesen, stammen — mit anderen Worten — die kleinen Nester von demselben Mutterindividuum ab, wie die alten, in Schwärmerbildung begriffenen, oder liegt hier eine Verschmelzung zweier Kolonien vor? Die vollkommen gleichmässige Vertheilung der jungen Nester zwischen den alten scheint für die Beantwortung der Frage im ersteren Sinne zu sprechen. Dagegen und für die Entscheidung im anderen Sinne spricht jedoch, dass die Erscheinung nur verhältnissmässig selten, anscheinend nur zufällig vorkommt, und dass in den bei weitem meisten Fällen alle Individuen einer Kolonie auf derselben Entwicklungsstufe sich befinden.

Dass in der That hier nur eine Verschmelzung und sehr innige Vermischung zweier Kolonien stattgefunden hat, beweisen zahlreiche Beobachtungen und Versuche. In frisch gefischtem Auftrieb findet man zuweilen Exemplare von *Sph. neapolitanum*, die noch deutlich erkennen lassen, dass sie durch Verschmelzung zweier Kolonien entstanden sind. Eine Kolonie z. B. besass eine Länge von 100 mm und bestand aus 2 Theilen, einem schlaffen Stück von 85 mm Länge mit undurchsichtigen, bräunlichen, krystallführenden Nestern und einem kürzeren

Stücke, das in Gallerte von sehr fester Consistenz durchsichtige, fast farblose Nester enthielt (Taf. 1 Fig. 23). Das vegetative kurze Ende besass gut umgrenzte Vacuolen, das andere krystallführende Stück dagegen nicht. Die Dicke der wurstförmigen Kolonie war in beiden Theilen die gleiche (3,5 mm). An der Verschmelzungsstelle waren die Nester der beiden Kolonien unter einander gemischt. Ausser diesem Exemplar fand ich noch 3 andere, kürzere Exemplare von *Sph. neapolitanum*, die aus einem langen krystallführenden und einem kürzeren vegetativen Ende bestanden. Ferner beobachtete ich wiederholt auch von *C. inerme* und *Myxosph. coerulea* Exemplare, welche aus zwei locker zusammengeklebten oder an einer Stelle fest verschmolzenen Kolonien bestanden und noch eine deutliche Sonderung der Individuen erkennen liessen, besonders dann, wenn die Nester der einen Kolonie Krystalle enthielten, und die andere Kolonie junge Individuen besass.

Man kann die Verschmelzungen von Kolonien auch künstlich herbeiführen, indem man eine grössere Anzahl von Kolonien einer Species in Gläsern mit reinem Seewasser ruhig stehen lässt. Nach einigen Stunden kleben die Kolonien, die sich zufällig berühren, an der Berührungsfläche zusammen und vereinigen sich nach kurzer Zeit mehr oder weniger vollständig mit einander. Es findet nicht allein eine vollständige Verschmelzung der Gallerte und der Pseudopodien beider Kolonien statt, sondern auch eine Vermischung und ein Austausch der Vacuolen und der Nester. In unreinem Wasser geht der Vereinigungsprocess schneller von statten als in reinem, weil die Gallerte der Polyzoen, wie oben (p. 52) erwähnt, in unreinem Wasser ihre Beschaffenheit erheblich verändert und in hohem Grade klebrig wird. Man kann also die Vereinigung zahlreicher Kolonien am schnellsten dadurch erreichen, dass man viele Kolonien mit den anderen pelagischen Thieren einfach in dem Wasser, welches das Auftriebmaterial enthält, lässt. In Folge des massenhaften Absterbens der zarteren pelagischen Thiere und der dadurch herbeigeführten Verunreinigung des Wassers werden die Kolonien, die sämmtlich in den oberen Wasserschichten schweben und sich dort mehr oder weniger lose berühren, sehr klebrig und backen bald zusammen. Ein wesentlicher Uebelstand dieses Verfahrens besteht darin, dass die Kolonien in dem verunreinigten Wasser schon am ersten oder zweiten Tage sterben. Wenn man also feststellen will, wie weit der Verschmelzungsprocess gehen kann, muss man möglichst reines, am besten mehrfach filtrirtes Seewasser anwenden oder doch die in unreinem Wasser klebrig gewordenen Kolonien bald in reines Wasser übersetzen. Auf diese Weise konnte ich Exemplare von *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum*, *Myxosph. coerulea* und *C. inerme* zur Verschmelzung mit ihresgleichen bringen. Das Entwicklungsstadium ist dabei gleichgültig; es verschmolzen sowohl lange wurstförmige Exemplare von *Myxosph. coerulea*, die zahlreiche kleine Vacuolen und farblose Nester enthielten, mit blauen kugligen Kolonien von *Myxosph. coerulea*, als verschieden geformte blaue Kolonien von der genannten Species unter einander.[1]) Ferner verschmolzen bei *C. inerme* sowohl krystallführende Kolonien

1) Vergl. Taf. 1 Fig. 28, 34. In den Figuren ist durch verschiedene Schraffirung die Stärke der Blaufärbung der Individuen angedeutet. Die Kolonien, deren Individuen kein Pigment enthielten, sind farblos, die mit viel Pigment in den Nestern am dunkelsten dargestellt.

unter einander, als auch mit vegetativen Kolonien oder solchen, die bohnenförmige Schwärmer producirten (Taf. I Fig. 35). Dasselbe wurde bei *Sph. punctatum* und *Sph. neapolitanum* beobachtet. Bei diesen Verschmelzungen kam es auch vor, dass Kolonien von ganz verschiedener Form mit einander verschmolzen, dass z. B. eine lange wurstförmige Kolonie von *Myxosph. coerulea* an einem Ende mit einer kugelförmigen blauen Kolonie derselben Species in Verbindung trat. In solchen Fällen wurde stets die grössere Kolonie für die Form des Verschmelzungsproductes maassgebend. Bei dem angeführten Beispiel behielt die kleinere kugelförmige Kolonie nach der Verschmelzung ihre Form nicht bei, sondern bildete schon nach kurzer Zeit eine kolbige, dann keulenförmige Anschwellung der wurstförmigen vegetativen Kolonie. Allmählich glich sich der Unterschied in der Form noch mehr aus und schliesslich wurde die regelmässig cylindrische Gestalt erreicht. Wenn zwei lang gestreckte Kolonien von *C. inerme* unter rechtem oder spitzem Winkel mit einander verschmolzen, so wurde ebenfalls stets die grössere Kolonie für die Form der Vereinigung massgebend; sie nahm die kleinere Kolonie nach und nach in sich auf. — Wenn fructificative Kolonien mit vegetativen verschmelzen, so wird der Vereinigungsprocess gewöhnlich durch das Ausschwärmen der Zoosporen aus den krystallführenden Nestern unterbrochen. Kurz vor dem Ausschwärmen schwindet die Gallerte, und die Nester rücken zu einem Klumpen zusammen. Während sonst die Klumpen zu Boden sinken, werden sie nach der Verschmelzung mit vegetativen Zuständen durch diese häufig schwebend erhalten und schwärmen in der Nähe der Wasseroberfläche aus. Bei all den Verschmelzungen, die ich künstlich herbeiführte, vermischten sich die Nester der beiden vereinigten Kolonien nur in der Gegend der Verschmelzungsstelle. Zu einer regelmässigen Vertheilung der Nester der kleineren Kolonie zwischen den Nestern der grösseren kam es nie. Ich glaube, dass dies nur deshalb nicht geschah, weil mir bei den Versuchen nur ältere Exemplare zur Verfügung standen, von denen der grössere Theil schon nach wenigen Tagen in Zoosporen zerfiel, und zweifle nicht, dass man bei Vereinigung vegetativer Kolonien mit ganz jungen, kleinen Kolonien eine ebenso gleichmässige Mischung der Nester erhalten wird, wie sie nach den oben angeführten Beobachtungen unter natürlichen Verhältnissen zuweilen stattzufinden scheint.

Im freien Meere finden sich die Polyzoen auch zuweilen, ähnlich wie bei meinen Kulturversuchen, so dicht zusammengedrängt, dass sie sich berühren und Gelegenheit haben, zu verschmelzen. Auch hier wird unter Umständen durch Verunreinigung des Wassers in Folge des Absterbens zahlreicher, zwischen die Gallertklumpen gerathener, pelagischer Thiere die Klebrigkeit der Gallerte erhöht und die Möglichkeit, dass die Kolonien unter einander verschmelzen, vermehrt werden. In der That findet man auch in den dichten Radiolarienschwärmen, die zuweilen vorkommen, ab und zu Massen, die aus zwei oder mehr verschmolzenen Kolonien bestehen. Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass man diese Verschmelzungen von Kolonien nicht mit den Conjugationserscheinungen der Protozoen in Parallele bringen kann. Die Individuen der einen Kolonie vertheilen sich zwar, wie die oben mitgetheilten Beobachtungen zeigen, sehr gleichmässig zwischen die der anderen Kolonie,

doch kommt es — soweit meine Beobachtungen reichen — nie zu Verschmelzungen der Nester unter einander.

Alle Angaben, die ich im Vorstehenden über das Verschmelzen von Kolonien gemacht habe, bezogen sich auf Kolonien derselben Species. Es gilt nun die weitere Frage zu entscheiden, ob auch Kolonien verschiedener Species mit einander verschmelzen können oder nicht. Die Beantwortung dieser Frage ist insofern für die Systematik von grosser Bedeutung, als damit zugleich entschieden wird, ob ein Qualster, der als einheitliche Kolonie erscheint, wirklich nur Individuen einer Species enthält. In den Kolonien von *Sph. punctatum* kommen neben den gewöhnlichen, für diese Art charakteristischen Spikeln zuweilen auch Nadelformen vor, die sonst bei *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum* sich finden. Ferner beobachtet man in den Kolonien von *Sph. neapolitanum* manchmal Nadeln, wie sie bei *Sph. acuferum* vorkommen, und umgekehrt. Endlich bemerkte ich in Kolonien von *C. fulvum* wiederholt einige der für *Sph. neapolitanum* charakteristischen Nadelformen.

Zur Erklärung dieser keineswegs seltenen Vorkommnisse giebt es nur zwei Möglichkeiten: Entweder können in den Kolonien einer *Sphaerozoum*-Species auch Nadeln, die von den gewöhnlich vorhandenen abweichen, gebildet werden, und dann sinkt die systematische Bedeutung der Nadelformen um ein Beträchtliches, oder aber die abweichenden Nadelformen sind dadurch in die Kolonie gelangt, dass zwei Kolonien verschiedener Species mit einander verschmolzen sind. Ich muss entschieden für die erstgenannte Möglichkeit eintreten und halte die andere bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss für ausgeschlossen. Zunächst muss ich bemerken, dass es mir niemals gelungen ist, eine Verschmelzung von zwei Kolonien verschiedener Species zu erzielen. Zu den Versuchen verwendete ich vegetative und fructificative Exemplare von *C. inerme*, *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum*. In reinem Wasser verschmolzen nur Kolonien derselben Art mit einander, diejenigen verschiedener Species blieben jedoch stets getrennt, selbst wenn sie sich berührten. Wenn Wasser, das etwas verunreinigt war, zu dem Versuche angewendet wurde, so fand wegen der vermehrten Klebrigkeit der Gallertsubstanz zwar wiederholt ein Zusammenkleben der genannten Species unter einander statt, jedoch nur, wenn man sie in so grosser Menge zusammengebracht hatte, dass sie dicht an einander gedrängt waren. In keinem dieser Fälle kam es aber zu einer Verschmelzung von zwei Kolonien verschiedener Species. Es fand nicht einmal ein dichtes Zusammenrücken der Nester der verschiedenen Arten statt, geschweige denn eine Vermischung derselben; ebenso wenig vereinigten sich die Gallertmassen der Vacuolen von *Myxosph. coerulea* mit denen von *Collosph. Huxleyi*, und noch viel weniger fand ein Ausgleich in der Form der an einander gebackenen Kolonien statt. Kein Theil der einen Kolonie ging in die andere über, wenn die beiden Kolonien verschiedenen Species angehörten, selbst dann nicht, wenn man die einmal zusammengeklebten Kolonien vorsichtig in reines Wasser übersetzte, damit sie einige Tage am Leben blieben und Zeit hätten, mit einander zu verschmelzen. Ich bemerkte sogar im Gegentheil, dass die Kolonien sich nach kurzem Aufenthalte in reinem Wasser stets wieder von einander trennten.

Bei Kolonien von *Sph. neapolitanum*, die vorübergehend mit Kolonien von *Sph. punctatum* zusammengeklebt gewesen waren, konnte ich niemals Nadeln der anderen Species, und ebenso wenig in den entsprechenden Exemplaren von *Sph. punctatum* Nadeln von *Sph. neapolitanum* finden.[1]) Ich habe ausserdem zahllose Exemplare von *C. inerme* auf das Vorkommen von *Sphaerozoum*-Nadeln untersucht und niemals Spikeln gefunden, und doch steht, wie ich glaube, *Sph. neapolitanum* dem *C. inerme* mindestens ebenso nahe, wie dem *Sph. punctatum*. Ebenso wenig habe ich bei *C. pelagicum* oder bei Collosphaeriden jemals Spikeln bemerkt. Wenn man aber annimmt, dass Spikeln von *Sph. punctatum* oder *Sph. acuferum* beim Zusammenkleben mit *Sph. neapolitanum* in die Gallerte der letzteren Species übergehen, so muss man auch erwarten, dass nach dem Zusammenkleben von *Sphaerozoum*-Kolonien mit *Collozoum*- oder Collosphaeriden-Kolonien sich Nadeln in den letzteren finden.

Aus den im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen geht hervor, dass Kolonien verschiedener Species nicht mit einander verschmelzen, während Kolonien derselben Species sich so innig vereinigen können, dass sie zu einer einzigen Kolonie werden. Bei den Verschmelzungen verschiedener Qualster einer Species ist es gleichgültig, ob die Individuen derselben auf gleicher oder auf verschiedener Entwicklungsstufe stehen. Daraus folgt, dass die Individuen, welche ein Qualster enthält, zwar nicht in allen Fällen von einem einzigen Mutterindividuum abstammen, sondern durch zufälliges Verschmelzen verschiedener Kolonien zusammengebracht sein können, dass sie jedoch stets nur einer Species angehören. —

Ueber künstliche Theilbarkeit der Kolonien hat bisher nur Schneider die angeführten Angaben gemacht. Ich benutzte die leicht zu constatirende Thatsache, dass die Theilstücke zerschnittener Kolonien ungestört weiter leben und die Individuen derselben sich ganz wie in unverletzten Kolonien verhalten, einige Male dazu, die allmähliche Ausbildung der Schwärmer an derselben Kolonie zu studiren. Ich brauchte nur von einer langen Kolonie täglich zwei kleine Stücke abzuschneiden und das eine frisch, das andere nach Abtödtung und Färbung zu untersuchen, um die Veränderungen, welche während je 24 Stunden stattgefunden hatten, zu constatiren. Für spätere Untersuchungen über Schwärmerbildung der Sphaerozoëen kann ich eine ausgedehntere Anwendung dieses Verfahrens dringend empfehlen, denn es führt zu sichereren Resultaten, als die immerhin mehr oder weniger willkürliche Combination der Stadien, und giebt ausserdem Aufschluss über die Dauer der einzelnen Entwicklungszustände.

Der Kolonialverband und die Arbeitstheilung bei den Sphaerozoëen.

Die Nester einer Sphaerozoëen-Kolonie befinden sich — abgesehen von den seltenen, eben erwähnten Ausnahmen, die auf Verschmelzungen von 2 oder mehr Kolonien zurückzu-

1) Ich habe darauf um so genauer geachtet, als ich vor dem Versuche eigentlich das Gegentheil vermuthet hatte, weil ja bei beiden Species fast immer einige Nadeln im peripheren Theile der Gallerte liegen.

führen sind, — stets auf genau derselben Stufe der Entwicklung und sind also gleichaltrig. Dies spricht sehr zu Gunsten der auch aus anderen Gründen wahrscheinlicheren Auffassung, dass die Kolonien durch die Vermehrung eines einzigen, und nicht etwa durch Verschmelzung zahlreicher Individuen entstehen, dass sie — mit anderen Worten — native oder ursprüngliche, und nicht adventive oder consecutive Vereinigungen von Individuen sind. Die Individuen vermehren sich durch Theilung und verbleiben sämmtlich in der gemeinsamen Gallertmasse. Ausser durch die Gallertsubstanz hängen sie auch durch ihre Pseudopodien auf das innigste zusammen und stehen vermittelst derselben in fortwährendem Austausch. Die Lebenserscheinungen spielen sich daher in sämmtlichen Nestern einer Kolonie gleichzeitig ab. Die Theilung der Kerne z. B. findet bei allen Individuen etwa zu derselben Zeit statt; ähnlich ist es mit den Theilungen der Individuen selbst. Man findet in einer Kolonie höchst selten nur vereinzelte, sondern meist sehr zahlreiche Individuen in Zweitheilung begriffen. Auch die Schwärmerbildung und die Bildung extracapsularer Körper tritt bei allen Individuen einer Kolonie fast genau zu gleicher Zeit ein.

Die einzelnen Nester der Polyzoen besitzen zwar dieselben Hauptbestandtheile, wie die Individuen der monozoen Radiolarien, unterscheiden sich aber von den letzteren, wie schon Häckel erkannte, dadurch, dass die extracapsularen Theile Gemeingut zahlreicher Individuen geworden sind. Die Gallerte, die Vacuolen, in manchen Fällen auch die gelben Zellen und die Nadeln, können nicht mehr diesem oder jenem Individuum zugerechnet werden, sondern gehören der Kolonie an. Auch die Rindensubstanz der Polyzoen legt in den meisten Fällen eine grosse Selbständigkeit an den Tag. Die Balken des zusammenhängenden Pseudopodiennetzes der Kolonie treten häufig an die Nester nur in etwa derselben Weise heran, wie an die Vacuolen, so dass man oft gar nicht mehr erkennen kann, dass die Pseudopodien eigentlich von den Nestern ausstrahlen. Nur in wenigen Fällen gelangt — wie bei *C. pelagicum*, wo die Hauptmasse der Rindensubstanz in dicken Pseudopodien, die strahlenförmig von den Nestern ausgehen, vorhanden ist, oder bei *C. inerme*, bei dem ein sehr mächtiger Mutterboden aus Assimilationsplasma jedes Nest umgiebt, — die Individualität der Nester auch in der Anordnung der Rindensubstanz deutlich zum Ausdruck. Wenn die Kolonien mechanisch gereizt werden, ziehen sich allerdings die Pseudopodien grossentheils nach den Individuen hin zusammen, doch findet bei der allgemeinen Zusammenziehung des Pseudopodiennetzes zugleich ein Zusammenrücken sämmtlicher Individuen zu einem Klumpen statt. Die Rindensubstanz verhält sich also auch in dieser Hinsicht als ein Ganzes und zeigt nur eine geringe Abhängigkeit von den Einzelthieren. Aehnlich ist es bei den durch Nahrungskörper verursachten Reizen. Die der Reizstelle benachbarten Pseudopodien fliessen zusammen (Taf. 4 Fig. 69) und umhüllen den Nahrungskörper. Die Lage der Individuen wird dabei nicht verändert; ebenso wenig ist zu erkennen, dass die benachbarten Nester von der assimilirten Nahrung mehr erhalten, als die entfernteren. Vielmehr ist auch der Ernährungszustand sämmtlicher Individuen einer Kolonie ungefähr gleich. Bei *Siphonosph. tenera* ist sogar derjenige Theil der Rindensubstanz, den ich vorläufig als Assimilationsplasma bezeichnet habe, scheinbar individualisirt.

Das Assimilationsplasma bildet grosse Klumpen, um welche sich, wie um Attractionscentren, stets mehrere Individuen lagern.

Häckel's Angabe, dass den Einzelthieren als einzig Individuelles meist nur die Centralkapsel oder Markmasse bleibt, kann ich also vollkommen bestätigen. Dagegen bin ich, ebenso wenig wie Hertwig, in der Lage, der weiteren Angabe von Häckel, dass die Rindensubstanz der wichtigste Theil der Radiolarienkolonie sei, beizustimmen, sondern betrachte mit Hertwig die individualisirten Theile der Kolonie, also die Markmassen, welche die sämmtlichen Zellkerne enthalten, als den wesentlichsten Abschnitt der Kolonie. Die Rindensubstanz kann ebenso wenig, wie ein anderer extracapsularer Theil der Radiolarien, im isolirten Zustande weiter leben, geschweige denn die übrigen Theile der Radiolarie neu bilden. Die Schneider'schen Versuche kann man zwar bei Sphaerozoëen nicht anstellen; es ist jedoch zu erwarten, dass ebenso wie bei *Thalassicolla* eine isolirte Centralkapsel der Sphaerozoëen die äusseren Theile wieder ergänzt, während die isolirten extracapsularen Theile zu Grunde gehen. Dass das letztere wirklich stattfindet, kann man bei der Schwärmerbildung der Sphaerozoëen deutlich erkennen. Die gesammte Rindensubstanz ist an der Schwärmerbildung nicht activ betheiligt. Sie unterliegt allerdings gewissen Veränderungen, zieht sich zu Tropfen und Klumpen zusammen, die sich schliesslich in kleine gelbliche Kügelchen verwandeln; doch werden diese Veränderungen höchst wahrscheinlich nur dadurch bedingt, dass bei der Ausbildung der Schwärmeranlagen die Beziehungen zwischen Mark- und Rindensubstanz aufhören. Für eine solche Auffassung spricht wenigstens, dass bald nach der vollständigen Beseitigung der Markmassen, d. h. nach dem Zerfall derselben in Schwärmer, die zurückbleibenden Pseudopodien und hyalinen Stücke von Rindensubstanz denselben Veränderungen unterliegen, welche der grösste Theil der Rindensubstanz bereits kurz vor der Reife der Schwärmer erlitten hat.

Während des vegetativen Lebens werden die gesammten Functionen allerdings anscheinend ausschliesslich von den extracapsularen Theilen ausgeführt; da aber die Rindensubstanz ohne die kernführende Marksubstanz nicht mehr functionirt, so wird man die Markmassen als Centralorgane auffassen müssen, welche die Thätigkeit der extracapsularen Theile reguliren. Nahrungsaufnahme und Verdauung sowie die Functionen der Bewegung und Empfindung werden von den extracapsularen Theilen ausgeführt, von den intracapsularen geleitet. Die verschiedenartigen Leistungen der Rindensubstanz sind bei mehreren Arten bestimmt auf verschiedene Plasmaarten vertheilt. So besorgen z. B. bei *Siphonosphaera* die mehrfach erwähnten Klumpen von Assimilationsplasma die Verdauung der Stärkekörner, die von den eingemietheten Zooxanthellen geliefert werden, während die Pseudopodien die assimilirten Stoffe weiter transportiren, dieselben auf die verschiedenen Individuen der Kolonie vertheilen und zugleich Bewegung und Empfindung vermitteln.

Die Theilung der Arbeit geht in den Sphaerozoëen-Kolonien also viel weiter, als Hertwig annahm, der die Rindensubstanz als eine einfache Ausstrahlung der Marksubstanz ansah und ferner aus seinen Beobachtungen den Schluss zog, dass alle Theile der Kolonien an der Schwärmerbildung activ betheiligt sind. Auch die letztere Annahme Hertwig's kann ich nicht bestätigen.

Ausser den gelben Zellen, die bei den meisten Arten durch die Vorgänge bei der Schwärmerbildung gar nicht verändert werden, bleibt nach dem Ausschwärmen der Zoosporen nichts Lebendes in der Kolonie zurück, doch habe ich mich in keinem Falle davon überzeugen können, dass von den extracapsularen Theilen irgend etwas in die Centralkapseln aufgenommen und beim Aufbau der Schwärmer verwerthet wird. Es findet also auch während des fructificativen Zustandes eine scharfe Trennung zwischen den Functionen der intra- und der extracapsularen Theile statt. Die Markmassen oder Centralkapseln, die während des vegetativen Lebens die Rolle von Centralorganen spielten, functioniren während des fructificativen Zustandes als Fortpflanzungsorgane. Das Verhalten der verschiedenen Theile der Marksubstanz bei der Schwärmerbildung (s. unten) zeigt ausserdem, dass auch in dem intracapsularen Plasma die Leistungen auf verschiedene Schichten vertheilt sind.

III. Biologie.

1. Ernährung.

Ueber die Ernährung der Radiolarien hat zuerst Häckel (5 p. 135—141) auf Grund sehr eingehender Beobachtungen Mittheilungen gemacht. Die Zuführung und Aufnahme der Nahrungsmittel erfolgt nach seinen Beobachtungen ganz ähnlich, wie bei den Polythalamien, »indem die kleinen fremden Körper, welche in die Nähe der ausgestreckten Pseudopodien kommen und dieselben berühren, an deren klebriger Substanz haften bleiben, von derselben umflossen und durch Einziehen der Pseudopodien, d. h. durch eine centripetale Sarkodeströmung in den Mutterboden herabgeführt werden. In dem Moment, wo der fremde Körper die Fadenoberfläche berührt, scheint stets sofort eine stärkere Strömung nach dieser gereizten Stelle hin einzutreten, und indem sich dieser Erregungszustand den benachbarten Fäden mittheilt, wird auch deren Sarkodestrom gegen diesen Punkt hingeleitet. Bei grösseren Körpern, wo gleichzeitig viele Fäden berührt und gereizt werden, geschieht dieses Zusammenströmen der Sarkode von vielen benachbarten Punkten in sehr auffallender Weise, so dass bald ein conisches Büschel zahlreicher, convergirender Fäden sichtbar wird, welche sich an den fremden Körper anlegen und, indem sie unter einander zu einem zusammenhängenden Netze oder endlich einer homogenen Platte verschmelzen, denselben in einen Schleimüberzug einhüllen. Ist der ergriffene Körper lebendig und reagirt gegen die Umstrickung des Fadennetzes durch Fluchtversuche, so scheinen die dadurch hervorgerufenen Erschütterungen der Fäden ebenfalls einen vermehrten Zufluss von Sarkode zu veranlassen, bis die hinzugeströmte Masse genügt, die Beute zu bewältigen und zu umschliessen«. Infusorien blieben zuweilen bei Berührung der Fäden plötzlich, wie gelähmt, bewegungslos an der Sarkode haften. »Bewegungslose Körper bleiben ebenso, einfach vermöge der starken Adhäsion der Sarkode, daran kleben, werden völlig in die Fadensubstanz aufgenommen und mit dem centripetalen Strome derselben in den Mutterboden hinabgeführt«. »Bei grösseren Körpern kann man nicht direct beobachten, dass sie von den Sarkodeströmen mit fortgerissen werden, sondern man kann sich nur durch wiederholte Beobachtung ihrer veränderten Entfernung von der Centralkapsel davon überzeugen. Ebenso sieht man die ausgesogenen und entleerten Schalen und andere unbrauchbare Reste allmählich aus dem Sarkodekörper wieder ausgestossen werden. Die Verdauung und Assimilation der ergriffenen und von der Sarkode umschlossenen Beute, welche theils mittelst einfacher Endosmose ausgesogen, theils durch die, wie es scheint, bedeutende, zersetzende oder verdauende Kraft der Sarkode vielleicht im Verein mit der Inhaltsflüssigkeit der gelben Zellen, unmittelbar gelöst wird, scheint an jedem Orte des Sarkodekörpers geschehen zu können. Allerdings wird dieselbe leichter in dem Mutterboden geschehen, wo der fremde Körper von einer grösseren Sarkodemenge allseitig umschlossen ist, weshalb man auch meistens verschiedene in der Verdauung begriffene Nahrungsstoffe dort abgelagert findet. Indess sind jedenfalls die peripherischen Enden der Pseudopodien ebenso gut dazu fähig und diesen wird das Verdauungsgeschäft namentlich bei jenen Radiolarien obliegen, wo die engen Gitterlöcher der Kieselschale das Eintreten der fremden Körper in die Matrix verhindern«, wie bei Ommatiden etc. Dagegen erscheinen niemals fremde Körper in der Central-

kapsel. Bei der Assimilation werden die aufgenommenen Stoffe stets unmittelbar von der Sarkode umgossen, und niemals beobachtet man dieselbe in eine besondere, mit wässriger Flüssigkeit erfüllte Höhlung (Vacuole) eingeschlossen. »Die Aufnahme der fremden Körper scheint ohne Auswahl vor sich zu gehen, man findet in dem Mutterboden die verschiedensten kleinen Körperchen und Theilchen angehäuft, welche überhaupt an der Oberfläche der See vorkommen; lediglich der Reiz der mechanischen Berührung scheint die Fäden zu bestimmen, die fremden Körper zu umfliessen und einzuführen; findet sich kein zur Assimilation tauglicher Stoff darin, so werden sie bald ausgestossen. Dass die aufgenommenen festen Stoffe allein zur Nahrung dienen, ist nicht wahrscheinlich; ebenso gut ist es denkbar, dass auch im Meerwasser aufgelöste, organische und unorganische Substanzen« (z. B. Kieselsäure) »direct assimilirt werden«. Ueber die vorhin angedeutete Beziehung der gelben Zellen zur Assimilation äussert Häckel Folgendes: »Die extracapsularen gelben Zellen sind ... einem massenhaften Entstehen und Vergehen unterworfen; dafür spricht ihre grosse Anzahl, welche aber dem extremsten Wechsel unterworfen ist, indem an verschiedenen Individuen einer und derselben Art bald nur einige wenige, bald mehrere hundert gelbe Zellen vorkommen, ferner die zahlreichen, in lebhafter Vermehrung begriffenen Mutterzellen, welche man stets unter ihnen findet. Diese kurze Lebensdauer, verbunden mit dem Umstande, dass keine weitere Entwicklung an denselben zu beobachten ist, und verbunden mit der lockeren und veränderlichen Lage der gelben Zellen in dem Sarkodenetz ausserhalb der Kapsel, lässt wohl die Vermuthung gerechtfertigt erscheinen, dass der Inhalt derselben eine zwar wichtige, aber rasch vorübergehende Function in der Oekonomie des Radiolarien-Organismus zu erfüllen habe; und da liegt der Gedanke nicht allzu fern, dass der Inhalt der gelben Zellen bei der Ernährung mitwirke und insbesondere die Verdauung und Assimilation der aufgenommenen fremden Körper fördern helfe, kurz, dass es »secernirende Zellen« oder Verdauungsdrüsen in der einfachsten Form sind, deren durch Bersten der Membran frei werdender Saft zur Auflösung der aufgenommenen Nahrung durch die Sarkode mitwirkt«. Diese Auffassung wird, wie Häckel meint, noch weiter gestützt durch die völlige morphologische Uebereinstimmung zwischen den Leberzellen von Siphonophoren und den gelben Zellen. »Die Hypothese«, dass die gelben Zellen der Radiolarien einzellige Verdauungsdrüsen sind, »wird um so weniger gewagt erscheinen, wenn man bedenkt, wie allgemein verbreitet der gallenbereitende Apparat im ganzen Thierreiche ist, wie früh er in den niederen Klassen auftritt, und wie andererseits eine Beziehung der gelben Zellen zu den Functionen der Empfindung und Bewegung ebenso wenig, als zur Fortpflanzung nachgewiesen werden kann«. Seine Untersuchungen über die Plasmaströmungen in den Radiolarien führen Häckel (p. 140) zu der Ansicht, »dass die Sarkodeströmungen, welche durch die Aufnahme und Assimilation der fremden Körper die Verdauung besorgen, zugleich die Circulation in ihrer einfachsten Form darstellen, indem sie den beständigen Stoffwechsel vermitteln und die assimilirten Stoffe allen Körpertheilen zuführen, und dass sie endlich gleichzeitig auch die Function der Respiration besorgen, indem sie beständig neue Theilchen der Körpermasse an die Oberfläche bringen und dem Austausche mit den im Seewasser aufgelösten Gasen aussetzen«. Die bisher mitgetheilten Angaben Häckel's betreffen die Radiolarien im Allgemeinen; der Polyzoen wird in dem Abschnitte »Ernährung« nicht gedacht. Ihnen gilt — was ich früher übersehen hatte (**25** p. 254) — an einer anderen Stelle (p. 123) folgende Bemerkung: In dem Pseudopodien-Mutterboden der Polyzoen sind ausser zahlreichen Körnern und Bläschen auch »die fremden zur Nahrung dienenden Körper angehäuft«. »Letztere scheinen nicht mit in das Innere der Kolonie fortgeführt zu werden, sondern nachdem die Aufnahme stattgefunden und die peripherischen Pseudopodien die ernährenden Stoffe ausgezogen, alsbald wieder durch centrifugale Ströme entfernt zu werden«. — Auch in einer späteren Arbeit (**12** p. 539) hält Häckel die Behauptung aufrecht, dass die gelben Zellen den Leberzellen anderer Thiere entsprechen, und glaubt, dass durch seine Entdeckung von Amylum in den gelben Zellen seine frühere Ansicht, nach der »die einzige physiologische Function der gelben Zellen, von der man sich eine einigermassen klare Vorstellung bilden könne, auf dem Gebiete der Ernährung oder des Stoffwechsels liegen müsse«, nur bestätigt würde. »Es wird dabei nicht unpassend sein, an die grosse Rolle zu erinnern, welche das Stärkemehl bei der Ernährungsthätigkeit der Pflanzen spielt«. — Cienkowski (**14** p. 379) fand im Körper oft nackte, gelb gefärbte Protoplasmaklümpchen, »die man geneigt wäre, als erste Entwicklungsstufe einer gelben Zelle anzusehen. Bei genauerer Untersuchung hat sich indessen gezeigt, dass die beobachtete Radiolarie gelbe Tintinnoden aufgenommen hatte und dass die gelbe Farbe des Protoplasmaklümpchens von der unverdauten Nahrung abstamme«. —

Brandt (**20** p. 25) behauptet, dass die gelben Zellen, für deren Algennatur er (**18** p. 397) weitere

Gründe angeführt hat, den Radiolarien Ernährungsmaterial liefern. Er giebt an, dass er bei genauerer Untersuchung grosser Kolonien weder in noch an ihrer Gallerte der Verdauung unterworfene Fremdkörper gefunden habe. »Da diese Thiere bei ihrer beträchtlichen Körpermasse grosse Mengen von Nahrung brauchen und der Fähigkeit gänzlich ermangeln, sich selbst aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak organische Substanzen herzustellen, so können sie nur von den gelben Zellen, die sie in ausserordentlicher Menge beherbergen, am Leben erhalten werden«. Er konnte solche Kolonien am besten cultiviren, wenn er sie in gut filtrirtes Seewasser setzte. Hier war ihnen die Möglichkeit gänzlich benommen, sich wie echte Thiere von festen organischen Stoffen zu ernähren. — Geddes (21 p. 304) hält es für möglich, dass ein Theil der Stärke, welche die gelben Zellen produciren, bei der Auflösung durch Osmose in das Thierplasma gelange. Ausserdem tragen nach seiner Ansicht die gelben Zellen noch dadurch zur Ernährung der Radiolarien bei, dass sie »nach kurzem Leben sterben und verdaut werden«. — Später macht Geddes (22 p. 391) gegen Brandt's Angaben geltend, dass viele Radiolarien Fremdkörper verdauen, und dass man die Möglichkeit, Radiolarien längere Zeit in filtrirtem Wasser zu erhalten, nicht als Beweis für die Ernährung der Radiolarien seitens ihrer gelben Zellen anführen könne. — Häckel (26 p. 5) vermisste die gelben Zellen in vielen Fällen ganz, während sie bei der Mehrzahl allerdings vorhanden sind. Daher hält er auch die Symbiose dieser einzelligen Algen, der Anschauung Cienkowski's folgend, für eine zufällige, nicht für eine wesentliche Erscheinung. Für die Ernährung der Radiolarien ist die Anwesenheit derselben keineswegs nothwendig, wenn sie dieselbe auch bedeutend fördern können. — Brandt (25 p. 252) schildert die Nahrungsaufnahme ähnlich wie Häckel (5), weicht aber insofern von dessen Angaben ab, als er angiebt, dass die Fremdkörper meist an der Gallertoberfläche bleiben und verdaut werden, während man im Innern der Gallerte nur Organismen findet, die einer selbständigen und ziemlich energischen Bewegung fähig sind, und dass nur bei jungen Kolonien das Festhalten von Fremdkörpern häufiger zu beobachten ist. Aeltere vegetative Kolonien besassen an der Gallertoberfläche nur ganz vereinzelte kleine Diatomeen etc., so dass für die älteren Exemplare eine rein animalische Ernährung (durch Aufnahme und Verdauung anderer Organismen) sicher ausgeschlossen ist. Andererseits macht der Umstand, dass alle grossen Radiolarienkolonien sehr zahlreiche gelbe Zellen enthielten, eine vegetabilische Ernährungsweise (durch Verbrauch von Stoffen, welche die gelben Zellen im Uebermaass producirt haben) nahezu gewiss. Diese Auffassung wird noch weiter gestützt durch die Beobachtung (p. 270), dass nach Jodbehandlung zahlreiche kleine Stärkekörnchen im Protoplasma des Thieres, und zwar in unmittelbarer Umgebung von vollkommen intacten gelben Zellen zu erkennen waren. Bei *Collozoum* und *Sphaerozoum* wurden ausserdem wiederholt nach Jodbehandlung grosse, blassviolette Flecke in der extracapsularen Sarkode bemerkt, welche wohl halbverdaute Stärke darstellten. Die gelben Zellen tragen durch Lieferung von überschüssig producirten organischen Stoffen zur Ernährung ihrer Wirthe bei, werden aber selbst nicht, oder doch nur höchst selten, von den Wirthen direct verdaut. Endlich führt Brandt (p. 293) noch an, dass 2 Exemplare von *Sph. punctatum* $5^1/_2$ resp. 6 Wochen in filtrirtem Wasser und bei genügendem Lichtzutritt am Leben blieben. Sie hatten in diesem Falle keine Gelegenheit, Fremdkörper zu verdauen, dagegen konnten die chlorophyllführenden Algen in ihnen organische Stoffe bereiten. —

Untersucht man Sphaerozoëen, die zusammen mit zahlreichen anderen pelagischen Thieren mit dem pelagischen Netz gefischt sind und stundenlang in einem Glase gestanden haben, so bemerkt man häufig Diatomeen, Infusorien, Peridinien und kleine Radiolarien, zuweilen aber auch grössere, mit blossem Auge erkennbare Thiere an oder in ihnen, wie Ostracoden, Copepoden, Larven von Decapoden, Appendicularien, Echinodermen-Larven etc. Wenn man dann eine solche Kolonie in filtrirtem Meerwasser weiter beobachtet, so kann man nicht selten wahrnehmen, dass Pseudopodien der Kolonie in das abgestorbene Thier eindringen, und dass nach kurzer Zeit der Weichkörper des letzteren fast vollständig verschwunden ist. In einem Falle z. B. hatte sich ein kleiner Ostracode in die Gallerte eines *Sph. punctatum* eingebohrt und arbeitete mit seinen Beinen noch mühsam in der zähen Masse herum. Die Pseudopodien der Kolonie waren in ihrem Verlaufe noch unverändert und strahlten gleichmässig nach der Gallert-

oberfläche aus. Am nächsten Tage war der Ostracode todt. An ihm befand sich ein Netz von dicken Plasmasträngen (Taf. 4 Fig. 69), das mit den benachbarten Nestern ebenso wie mit den Vacuolenwänden durch zarte Verbindungsfäden zusammenhing. So bedeutende Ansammlungen von Rindensubstanz wie in der unmittelbaren Umgebung der Beute fanden sich sonst nirgends in der Kolonie; ausserdem strahlten alle übrigen Pseudopodien der Randpartien einfach nach der Gallertoberfläche aus. Ein Theil des Plasmanetzes befand sich innerhalb der Ostracodenschale und hatte augenscheinlich die fast vollständige Beseitigung der Weichtheile besorgt.

Ueber den Verbleib der assimilirten Nahrungsstoffe habe ich bisher keine Beobachtungen angestellt. Bei dem innigen Zusammenhang der einzelnen Individuen durch die Pseudopodien und dem fortwährenden Austausch der Substanz vermittelst derselben ist eine gleichmässige Vertheilung der an einer Stelle aufgenommenen Nahrung auf sämmtliche Individuen der Kolonien nicht allein wahrscheinlich, sondern sogar fast selbstverständlich. Es sei nur noch bemerkt, dass die Verdauung nicht innerhalb besonderer Vacuolen, sogenannter Nahrungslacunen, wie sie bei manchen anderen Rhizopoden vorkommen, stattfindet.

Die bisher angegebenen Beobachtungen zeigen zwar, dass die Sphaerozoëen im stande sind, andere Organismen zu verdauen; es fragt sich aber, ob die Verhältnisse, unter denen sie sich befanden, den natürlichen Verhältnissen entsprechen, und ob man auf Grund der Beobachtungen an diesen gefangenen Thieren behaupten darf, dass auch im freien Meere die Sphaerozoëen häufig andere Organismen festhalten und verdauen. Die Kolonien waren — wie erwähnt — mit dem pelagischen Netze, also in wenig schonender Weise, gefangen worden. Wenn das Netz zu schnell durch das Wasser gezogen oder ungeschickt herausgehoben wird, so dass das Wasser fast vollkommen abfliesst, so werden die zarteren pelagischen Thiere an den Maschen des Netzes zerrieben und zerquetscht. Das Netz mit den todten, vielen arg maltraitirten und einer Anzahl gesunder Organismen wird dann in einem Glase ausgespült, und dieses Material nach ein-, oft auch mehrstündiger Fahrt zur Untersuchung abgeliefert. Während der Fahrt wird bei grellem Sonnenscheine das Wasser in den Gläsern nicht selten stark erwärmt, zuweilen bis auf 30° C. und mehr. Das Zudecken der Gläser mit Segeltuch schützt zwar sehr, aber doch nicht vollständig vor der Erwärmung. Die abgestorbenen Organismen beginnen bei der erhöhten Temperatur zu verwesen, und ein grosser Theil der beim Fange verletzten Thiere stirbt noch auf der Fahrt. Die recht widerstandsfähigen Sphaerozoëen bleiben zwar grösstentheils am Leben, erweisen sich aber bei der Untersuchung nicht mehr als ganz normal. Wie ich oben bereits anführte (s. p. 52), erleidet bei Gegenwart von sehr vielen verwesenden Körpern die Gallertsubstanz eine Veränderung und wird an der Oberfläche klebrig. Anorganische Partikel, todte und lebende Organismen, die zufällig die Gallertoberfläche berühren, bleiben daran, wie an einer Leimruthe, kleben. Irgend welche Auswahl seitens der Sphaerozoëen findet dabei nicht statt. Die lebenskräftigeren Organismen reissen sich gewöhnlich bald wieder los; solche aber, die schon im Absterben begriffen sind, vermögen sich gewöhnlich nicht mehr von der gallertigen Umhüllung zu befreien und gerathen

bei ihren verzweifelten Bestrebungen, loszukommen, nur noch tiefer in die Gallerte hinein. Ich habe im Innern von Kolonien stets nur solche Thiere gefunden, die sich selbst kräftig bewegen können, und schliesse daraus, dass alle Thiere, die man innerhalb der Gallerte findet, sich selbst hineingebohrt haben. Die Gallerte bietet selbst im erweichten Zustande viel zu grossen Widerstand, als dass die zarten Pseudopodien todte Thiere in die Kolonien hineinziehen könnten[1]).

Je reicher der Auftrieb an Thieren ist und je mehr absterbende Organismen sich darin befinden, desto häufiger hat man Gelegenheit, Sphaerozoëen mit anhaftenden Fremdkörpern zu sehen. Ist dagegen der Auftrieb arm an lebenden, und besonders auch arm an todten Thieren, so findet man nur selten angeklebte Organismen an den Sphaerozoëen. Fährt man aber hinaus, um Meerwasser, in dem man Sphaerozoëen schwimmen sieht, mit dem Glase zu schöpfen, so findet man unter Tausenden von Sphaerozoëen vielleicht ein Exemplar, an welchem ein kleiner Krebs etc. festsitzt. Bei mikroskopischer Untersuchung gewahrt man vielleicht noch einige Diatomeen und einige Schalen von Tintinnoden an der Oberfläche der so gefangenen Kolonien; doch ist die Masse dieser fremden Organismen so gering, dass sie keinen nennenswerthen Einfluss auf die Ernährung der Kolonien haben können, selbst dann, wenn sie wirklich verdaut werden. Das letztere geschieht aber in manchen Fällen entschieden nicht. Die angeklebten kleinen Organismen verwesen sehr häufig, ohne dass Pseudopodien an sie herantreten und die Theile des zerfallenden Weichkörpers aufnehmen. Ausserdem hat Géza Entz[2]) neuerdings angegeben, dass manche Tintinnoden (*Codonella beroidea*) ihre Hülse verlassen, sobald sie an der Oberfläche der Kolonie haften geblieben sind. Wenn man also die leeren Hülsen von Tintinnoden an den Kolonien kleben sieht, so geht daraus noch keineswegs hervor, dass die Radiolarien den Weichkörper verdaut haben. Es ist mindestens ebenso gut möglich, dass das Thier sich beim Ankleben der Hülse gerettet hat, oder dass die Hülse beim Festkleben schon leer war. In dem Abschnitte »Parasiten etc.« werde ich noch einige Fälle anzuführen haben, welche zeigen, dass lebende Organismen an oder in der Gallerte vorkommen können, welche nicht verdaut werden, und dass auch aus dem Vorhandensein von leeren Hüllen von Thieren in der Gallerte keineswegs immer geschlossen werden darf, dass der Weichkörper dieser Thiere von den Radiolarien verdaut worden sei.

Auch bei Anwendung des Schwebnetzes sieht man bei sofortiger Untersuchung, dass die jungen wie die alten Kolonien in reinem Wasser eine reine oder doch fast vollkommen reine Oberfläche haben. Zieht man aber das Schwebnetz durch Strecken des Golfes mit verunreinigtem Seewasser, so erhält man nicht selten Exemplare, die mit Fremdkörpern dicht bedeckt sind. In diesem Zustande trifft man hauptsächlich junge Kolonien, zuweilen jedoch

1) Häckel's Angabe (5 p. 254), dass die fremden zur Nahrung dienenden Körper im Pseudopodienmutterboden der einzelnen Individuen angehäuft sind, kann ich nicht bestätigen.

2) Géza Entz, Ueber Infusorien des Golfes von Neapel. Mittheil. Zool. Stat. Neap. Bd. 5, p. 298 — 444. T. 20—25.

auch ausgewachsene Exemplare an[1]). Durch die anhaftenden Partikel werden die Kolonien anscheinend sehr belästigt; dafür spricht wenigstens, dass sie nach kurzem Aufenthalt in reinem Wasser die Schmutzhülle stets abstreifen. Wenn die mit Fremdkörpern incrustirten Exemplare nicht bald in reines Wasser kommen, so gehen sie zu Grunde, da sie in schmutzigem Wasser nicht zu leben vermögen (s. u. »Zusammensetzung des Meerwassers«). Als eine normale Erscheinung wird man die Incrustirung der Kolonien nicht auffassen können, denn auf dem hohen Meere, der eigentlichen Heimath der Sphaerozoëen, bietet sich dazu keine Gelegenheit.

Wie wenig man übrigens aus dem Festkleben absterbender oder todter und halbzerfallener Organismen in klebrigen Massen auf eine verdauende Thätigkeit der letzteren schliessen kann, zeigt folgende Beobachtung: die weiche Gallertkugel, welche die grosse Vacuole von *Myxosph. coerulea* erfüllt, bleibt nach der Schwärmerbildung oft erhalten und schwebt dann frei im Wasser, wie vorher die Kolonie, während alle übrigen Theile der Kolonie zu Boden gesunken oder in Schwärmer verwandelt sind. Solche isolirten Kugeln von weicher und sehr klebriger Gallerte findet man nicht allein in den Culturgläsern, sondern auch in frisch geschöpftem Auftrieb. Sie sind häufig mit Diatomeen, Infusorien, Peridinien und anorganischen Theilchen bedeckt. Die Organismen, von denen manche sogar in die Gallertmasse eingedrungen sind, sind zum grossen Theile sichtlich in Zersetzung begriffen. Eine Verdauung ist hier sicher ausgeschlossen, denn von zurückgebliebenen Nestern oder Pseudopodien der *Myxosphaera* ist keine Spur vorhanden. In solchen Kugeln findet man oft auch normale gelbe Zellen, zuweilen in grosser Anzahl, die erst nach der Isolation der Gallertkugel in dieselbe eingedrungen sein können. Die gelben Zellen werden in ihrer Lebensthätigkeit durch die Umhüllung mit Gallerte nicht geschädigt, wohl aber die Infusorien etc. Daher sterben die letzteren ab und verwesen, während die ersteren am Leben bleiben.

Ueber die normale Ernährungsweise der Radiolarien kann die Untersuchung des mit dem pelagischen Netze gefischten Auftriebmateriales keinen sicheren Aufschluss geben, am allerwenigsten dann, wenn das Material in der Nähe grösserer Städte in schmutzigem Wasser gesammelt worden ist und erst einige Stunden nach dem Fange untersucht wird. Bei unmittelbarer Untersuchung der in reinem Wasser, z. B. im äusseren Theile des Golfes, vorkommenden Kolonien war stets die Menge der anhaftenden Fremdkörper zu gering, als dass sie für die Ernährung der Radiolarien ausreichend gewesen wäre. Dass die Sphaerozoëen aber selbst dann keineswegs fasten, wenn ihnen von aussen gar kein Ernährungsmaterial zugeführt wird, zeigt die stete Zunahme der Masse und der Zahl der Individuen. Für diese Thatsache kann ich ebenso wie in meinen früheren Publikationen keine andere Erklärung finden, als dass die chlorophyllführenden Algen[2]), welche in den Kolonien leben, mehr Ernährungsmaterial produciren, als sie zu ihrer Ernährung nöthig haben, und den Ueberschuss an ihre Wirthe ab-

1) Früher hatte ich angegeben (**25**, p. 252), dass junge Exemplare auch normaler Weise mit Schmutztheilchen bedeckt sind; spätere Untersuchungen lehrten, dass dies nur in stark verunreinigtem Wasser der Fall ist und hauptsächlich in der Veränderung der Gallerte seinen Grund hat.

2) Die sogen. gelben Zellen oder Zooxanthellen.

liefern. Dafür spricht zunächst, dass die Algen allein in ganz jungen Kolonien, die nur aus wenigen Individuen bestehen, zuweilen noch gänzlich fehlen, während sie sonst in jungen wie alten vegatativen Zuständen stets in grosser, beständig wachsender Zahl anzutreffen sind. Die Sphaerozoëen leben also während des grössten Theiles ihres Lebens mit Algen zusammen, deren Menge zur Masse der Radiolarienindividuen in einem gewissen Verhältniss steht. Berücksichtigt man ferner, dass in den sogenannten Flechten Algen mit anderen Organismen (Pilzen) ein Genossenschaftsverhältniss eingehen, in welchem sie nachweislich die Rolle der Ernährer spielen, so wird man es a priori für sehr wahrscheinlich halten müssen, dass in der Symbiose von Algen und Radiolarien die ersteren zu der Ernährung ihrer Wirthe wesentlich beitragen.

Ich habe früher bereits den Beweis geliefert, dass die Assimilationsproducte der gelben Zellen in der That den Radiolarien zu gute kommen, indem ich (**25** p. 270) durch Jodbehandlung zahlreiche kleine Stärkekörnchen in der Rindensubstanz von Sphaerozoëen nachwies. Der Einwand, dass es sich in diesem Falle um Stoffe von halbverdauten gelben Zellen oder anderen pflanzlichen Organismen handle, ist ausgeschlossen, denn die Körnchen fanden sich in der Nähe vollkommen intacter gelber Zellen. Die Körnchen stimmten in Grösse, Form, Mangel der Doppelbrechung und im Verhalten gegen Jod ganz mit den innerhalb der gelben Zellen nach Belichtung vorhandenen kleinen Stärkekörnern überein und können nichts anderes sein, als freigewordene Assimilationsproducte der lebenden gelben Zellen. Ausserdem färbten sich grössere Portionen der Rindensubstanz blass violett, vermuthlich weil sie halbverdaute, gelöste Stärke enthielten. Bei *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* fanden sich sowohl die Stärkekörnchen als die mit Jod blass violett färbbaren Massen in dem Pseudopodienmutterboden, der auch die gelben Zellen enthält.

Noch besser als diese beiden Species und als alle übrigen Sphaerozoëen ist *Siphonosphaera tenera* zu Untersuchungen über die Bedeutung der gelben Zellen für die Ernährung ihrer Wirthe geeignet. Wie ich oben ausführte (s. p. 14—16, 18), kommen bei dieser Species grosse Klumpen vor, deren Substanz sich in jeder Hinsicht ebenso verhält wie die Substanz des Pseudopodienmutterbodens von *C. inerme*, *C. fulvum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum*, und welche fast sämmtliche gelben Zellen der Kolonie enthalten. Die Substanz dieser Klumpen bezeichnete ich oben als Assimilationsplasma. An den von zarter Schale umgebenen Nestern kommen weder gelbe Zellen noch Assimilationsplasma vor. Behandelt man ein Stück einer *Siphonosphaera*-Kolonie unter dem Deckglase mit Jodjodkalium, so werden die Individuen gelb, die Klumpen von Assimilationsplasma aber tief violett gefärbt. Der ganze Klumpen wird gleichmässig violett tingirt; ein Theil der Stärke befindet sich also in gelöster Form im Assimilationsplasma. Ausserdem kommen noch zahlreiche tiefviolette (Stärke-)Körner in den Massen vor. Der Inhalt der gelben Zellen endlich wird theils braun, theils dunkelviolett gefärbt. — Lässt man Jodspiritus[1]) auf lebende Siphonosphaeren einwirken, so werden ebenfalls die Klumpen violett, die in ihnen liegenden gelben Zellen noch dunkler violett gefärbt. Ausserdem aber sind sämmtliche Massen des

1) Alkohol von 30—50 % mit etwas Jodtinktur.

Assimilationsplasmas von einem violett gefärbten Hof umgeben, welcher an seiner der Oberfläche der Kolonie zugekehrten Seite mit einem besonders tief gefärbten, scharfen Rande umgeben ist, und sich auf der anderen (inneren) Seite verliert (Taf. 4 Fig. 43). Die Violettfärbung lässt bei langem Liegen in Wasser oder Spiritus allmählich nach.

Diese Erscheinung lässt sich, wie mir scheint, nur in folgender Weise erklären: Die gelben Zellen, welche fast sämmtlich im Assimilationsplasma liegen, produciren mehr Stärke, als sie für ihren Bedarf nöthig haben. Der Ueberschuss an Amylum diffundirt durch die Membran und findet sich dann im Assimilationsplasma theils in Form von kleinen Körnern, theils in gelöstem Zustande. Im Assimilationsplasma geschieht dann die weitere Verarbeitung der Stärke und die Umwandlung in Stoffe, welche für den Aufbau des Radiolarienkörpers verwerthet werden können.

Zur weiteren Begründung dieser Erklärung habe ich zunächst ausdrücklich hervorzuheben, dass ich mich vor der Anwendung von Jod stets von dem vollkommen unversehrten Zustande der gelben Zellen überzeugt habe. Ich habe überhaupt im Assimilationsplasma von *Siphonosphaera* niemals in Zerfall begriffene gelbe Zellen, auch nie Körper gesehen, die man als frühere Inhaltsbestandtheile zerstörter gelber Zellen (z. B. gelbe Plasmastücke, hohle Stärkekugeln etc.) hätte betrachten können. Die Stärkekörnchen können also nur durch Diffusion aus den Algen in das Assimilationsplasma des Thieres gelangt sein. In welcher Weise das letztere bei dem Diffusionsprocesse mitthätig ist, entzieht sich vorläufig der Beurtheilung, doch scheint mir der Vorgang nur bei einer Wechselwirkung zwischen dem Inhalte der gelben Zellen und dem umgebenden thierischen Plasma erklärlich zu sein. Für eine Mitwirkung des sogen. Assimilationsplasmas spricht die Beobachtung, dass bei *Siphonosphaera* die vereinzelten, in den Pseudopodienbahnen gelegenen gelben Zellen nach Jodbehandlung niemals von violetten Körnern oder blassvioletten Massen umgeben sind. Ferner geht aus den Färbungsversuchen mit Jod hervor, dass die Assimilation der Stärke in jenen extracapsularen Plasmaklumpen geschehen muss, für die ich aus diesem Grunde den Ausdruck »Assimilationsplasma« vorschlug. Im intracapsularen Plasma findet sich niemals Amylum, denn bei Jodbehandlung färbt sich die Marksubstanz stets gelb oder gelbbraun. Ebenso verhalten sich die Pseudopodien bei Einwirkung von Jod; auch sie sind stets frei von Stärke.

Bei *Siphonosphaera* ist die Vertheilung der Leistungen auf die einzelnen Körperabschnitte deutlicher ausgeprägt als bei den anderen Polyzoen; doch lässt die regelmässige Lagerung der gelben Zellen in den meisten anderen Species[1]) vielleicht darauf schliessen, dass auch bei ihnen die Ernährung bis zu einem gewissen Grade localisirt ist.

Die mitgetheilten Beobachtungen an *Siphonosphaera* liefern einen neuen Beweis für die Richtigkeit meiner schon in früheren Arbeiten durch Thatsachen gestützten Behauptung, dass die in Thieren lebenden Algen durch Lieferung von Assimilationsproducten (Stärke etc.) zur Ernährung ihrer Wirthe beitragen können. —

1) Bei *C. inerme* und *C. fulvum* finden sich die gelben Zellen fast sämmtlich im dicken Pseudopodienmutterboden, bei *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* dicht an der Centralkapselmembran.

Im Verlaufe der Schwärmerbildung findet bei einigen mit Assimilationsplasma versehenen Arten[1]) ein Zerfall der gelben Zellen statt. Dieser Zerfall tritt jedoch erst dann ein, wenn das Assimilationsplasma — wie es scheint in Folge der veränderten Beziehungen zwischen der Markmasse und den äusseren, an der Sporenbildung nicht betheiligten Partien — tief eingreifende Veränderungen erlitten hat. Es ist daher wenig wahrscheinlich, dass die Stoffe der zerstörten gelben Zellen den in Bildung begriffenen Zoosporen zu gute kommen. Allerdings wird das Assimilationsplasma während und nach der Zerstörung der gelben Zellen durch Jod stärker und gleichmässiger violett gefärbt als in den vegetativen Zuständen der betreffenden Arten, — ein Zeichen, dass die Stärke der zahlreichen gelben Zellen gelöst worden ist; doch wird von den Schwärmeranlagen nichts violett gefärbt[2]). Ausserdem nimmt die Färbbarkeit des Assimilationsplasmas keineswegs ab, sondern ist noch nach dem Ausschwärmen der Zoosporen so gross, wie unmittelbar nach dem Zerfall der gelben Zellen.

Ausser in den schwärmerbildenden Kolonien gewisser Arten konnte ich nur noch in manchen jungen Kolonien, und zwar meist solchen, die mit extracapsularen Körpern versehen waren, zerfallende gelbe Zellen auffinden, in älteren vegetativen Kolonien jedoch niemals. Die grosse Aehnlichkeit, die zwischen der Bildung extracapsularer Körper und der Bildung von Anisosporen besteht, legt die Annahme nahe, dass in diesen Fällen das Assimilationsplasma ähnliche Veränderungen erleidet, wie während der Schwärmerbildung, und dass aus diesem Grunde die im Pseudopodienmutterboden gelegenen gelben Zellen zerfallen, während die in den Pseudopodienbahnen gelegenen gelben Zellen unverändert bleiben. Die jugendlichen Kolonien, welche, ausser mehreren intacten, auch vereinzelte in Zerfall begriffene gelbe Zellen enthielten, waren jedoch nicht in allen Fällen mit extracapsularen Körpern versehen. Wie es zu erklären ist, dass die gelben Zellen in solchen jungen Kolonien zuweilen getödtet und verdaut werden, während sie in älteren vegetativen Zuständen am Leben bleiben und sich vermehren, vermag ich vorläufig ebenso wenig anzugeben, wie ich eine Erklärung geben kann für die auffallende Thatsache, dass die Anzahl der gelben Zellen in älteren Kolonien fast immer in einem bestimmten Verhältniss zur Masse der Individuen steht. Die Kolonien sind ja fortwährend den Einwanderungen neuer gelber Zellen ausgesetzt und müssten bei der vermuthlich raschen Vermehrung der gelben Zellen ausserordentlich viele gelbe Zellen enthalten, was jedoch nur bei wenigen Arten und stets in bestimmtem Grade der Fall ist[3]).

2. Bewegung.

Meyen (1) giebt an, dass seine Palmellaria, speciell auch *Sphaerozoum*, sich durch Zusammenziehung ihrer Oberfläche fortbewegen. Von der Gattung *Physematium* sagt er im allgemeinen (p. 161): »Die Be-

1) *C. inerme, C. fulvum, Sph. neapolitanum.*

2) Anders ist es bei den mit intracapsularen gelben Zellen versehenen Acanthometriden. Bei der Schwärmerbildung derselben zerfallen, soweit ich bis jetzt feststellen konnte, stets die gelben Zellen. In mehreren Fällen konnte ich in den lebenden Schwärmern von Acanthometriden kleine unregelmässige gelbe Stücke, in den mit Jod behandelten blau gefärbte Körner deutlich erkennen.

3) Actinien schaffen bei der Häutung die überflüssigen gelben Zellen fort und stossen Entodermfetzen mit zahlreichen lebenden gelben Zellen aus (25 p. 266). Bei Radiolarien wurden entsprechende Vorgänge nicht beobachtet.

wegungen des Thieres geschehen sehr langsam. Es zieht sich dabei von allen Seiten zusammen, dehnt sich wieder aus und krümmt sich«. Bei den Speciesbeschreibungen bemerkt er darauf für *Ph. atlanticum* (p. 162): Die Bewegungen sind oft »sehr lebhaft«; und für *Ph. vermiculare* (p. 163): »Die Thiere bewegen sich schneller als die der vorhergehenden Art und können sich ganz wurmartig zusammenkrümmen. Auch ziehen sie sich zuweilen in eine Kugelform zusammen und nehmen wieder eine elliptische Form an«. Wie man sieht, sind die Angaben des Verfassers nicht frei von Widersprüchen. Es ist schwer anzugeben, wie Meyen zu den citirten unrichtigen Behauptungen gelangt ist; er hätte bei etwas weniger flüchtiger Untersuchung sich davon überzeugen können, dass er sich täuschte, wenn er die Bewegungen, die er an den Radiolarien bemerkte, in diese Thiere selbst verlegte. — Huxley (2 p. 434) erkannte bereits, dass die von ihm beobachteten Radiolarien nicht im stande sind sich vorwärts zu bewegen, sondern dass sie »passiv an der Oberfläche des Wassers flottiren«. — »Bewegungen der ganzen Sphaerozoen, wie sie Meyen angegeben«, hat Müller (3 p. 7) »auch an den frischesten Exemplaren mit lebhafter Körnchenbewegung niemals wahrgenommen«. Gleichwohl ist ihm die Contractilität der Fäden nicht zweifelhaft und er erklärt daraus die Erscheinung, »dass man die frischen lebendigen Exemplare zuweilen locker mit weit von einander abstehenden Nestern, zuweilen ganz verdichtet mit zu einem Klumpen zusammengehäuften Nestern antrifft, während hingegen die strahligen frei auslaufenden Fäden in beiden Fällen weit ausgebreitet sind«. Er spricht ausserdem (p. 23) die Vermuthung aus, dass sie deswegen an der Oberfläche des Meeres bleiben, weil sie »durch den in ihren Nestern enthaltenen Oeltropfen geradezu hydrostatisch sind«. — Schneider (4 p. 40) theilt mit, »dass ein längliches *Sphaerozoum* in einem kleinen Gefässe, welches vor Erschütterung sorgfältig geschützt war, lebhaft auf und nieder stieg und dabei seine Stellung im Raume vielfach änderte. Ob dies active oder passive Bewegungen sind, möge ein glücklicherer Beobachter entscheiden.« —

Häckel (5 p. 133) erörtert die Frage, durch welche Mittel die Radiolarien, die »sämmtlich um ein Geringes schwerer als das Meerwasser sind«, sich an der Oberfläche des hohen Meeres schwebend erhalten. »Dass dieses Flottiren nicht rein passiv und etwa durch geringeres specifisches Gewicht bedingt sei, geht schon daraus hervor, dass die Thierchen, in einem Gefässe mit Seewasser von der pelagischen Fischerei heimgebracht, in dem Gefässe zu Boden sinken.« Er hält es für möglich, dass die Thierchen sich mittelst schwacher, activer Bewegungen an der Meeresoberfläche halten können. Doch kommt es ihm noch wahrscheinlicher vor, »dass die an der Oberfläche der See flottirenden Radiolarien sich an der Unterseite des Wasserspiegels, der ja durch die innigere Cohäsion der kleinsten Wassertheilchen an der Berührungsfläche mit der Luft eine Art Wassermembran bildet, mittelst der ausgebreiteten und verschmolzenen Pseudopodien befestigen und ebenso langsam kriechend fortbewegen«, wie es von den Süsswasserschnecken und den Planarien bekannt ist; doch hat er es nicht durch directe Beobachtung beweisen können. Dagegen hat Häckel (p. 134) ganz sicher das Vermögen der Radiolaren constatiren können, »sich auf den Boden des mit Seewasser gefüllten Gefässes«, in dem er sie lebend hielt, »versenken und wieder an die Oberfläche des Wassers erheben, sowie sich in jeder beliebigen Höhe schwebend erhalten zu können«. Er glaubt, »dass diese Bewegungen active sind, da die Thierchen in einem sehr weiten und hohen, mit frischem Seewasser gefüllten Glasgefässe, welches mit einem Glasdeckel bedeckt und vor Erschütterungen und Störungen jeder Art, insbesondere vor plötzlichem Temperaturwechsel sorgfältig geschützt war, nicht nur Stunden lang, sondern sogar in glücklichen Fällen 2—3 Tage lang ihre Bewegungen, ein wechselndes Auf- und Niedersteigen, sehr langsam fortsetzten. Eine bestimmte äussere Veranlassung, eine Strömung des Wassers oder dergl., war dabei nicht wahrnehmbar, und da gleichzeitig mehrere Thierchen in dem Glase schwebten, von denen einige Stunden lang unverändert in verschiedenen Höhen schwebten, während andere langsam herabsanken und noch andere ebenso aufstiegen, so war eine passive Bewegung kaum wahrscheinlich.« Die Bewegungen geschehen äusserst langsam, und sind gewöhnlich nicht direct, sondern nur nach einiger Zeit an der veränderten Stellung wahrzunehmen. Sphaerozoen und Collosphaeren, an denen die angeführten Beobachtungen gemacht wurden, sanken, wenn das Gefäss heftig einmal erschüttert oder die Wasserfläche mehrmals hinter einander weniger heftig bewegt wurde, nach kurzer Zeit, selten unmittelbar darauf, sehr langsam auf den Grund. Durch welche Mittel diese active Locomotion der Radiolarien in verticaler Richtung zu stande kommt, blieb Häckel völlig unklar. »Man könnte daran denken, dass das specifische Gewicht durch Aufnahme von Wasser in die Sarkode oder durch Auspumpen desselben der Art alterirt würde, dass dadurch schon mittelst eines sehr geringen Ausschlags das Thierchen gehoben oder gesenkt würde; doch ist dies kaum recht wahrscheinlich. Ebenso könnte man in den Alveolen der Polyzoen und der Thalassicollen einen hydrosta-

tischen Apparat erblicken wollen, der durch Aufnahme oder Abgabe von Wasser das specifische Gewicht zu obigem Zwecke veränderte; allein dieser fehlte dann den meisten Monozoen, welche doch wahrscheinlich ebenso im Wasser auf- und niedersteigen können. Am wahrscheinlichsten dürfte doch die Vermuthung sein, dass die Thierchen mittelst activer, wenn auch äusserst schwacher und träger Schwimmbewegungen im Wasser emporsteigen, und dass dann schon die mehr oder weniger grosse und vielfältige Ausbreitung der Pseudopodien genüge, um dieselben in dieser Höhe schwebend zu erhalten. Sind die Sarkode-Fäden in grosser Zahl und Länge ausgestreckt, so wird offenbar die damit verbundene Steigerung der Reibung an dem umgebenden Medium das Schwebenbleiben des nur wenig schwereren Thierleibes im Seewasser so erleichtern und dem Herabsinken so bedeutenden Widerstand bieten«, wie es bei den feinen, langen Kalkröhren der pelagischen Polythalamien der Fall ist. »Umgekehrt kann der in eine abgerundete, klumpige Masse ohne Fortsätze verwandelte Körper, dessen Pseudopodien sämmtlich eingezogen und mit der Matrix zu einer glatten Gallerthülle verschmolzen sind, leicht in dem Wasser untersinken, dem seine kleine Oberfläche wenig Widerstand bietet.« Gegen Müller's Ansicht, dass die grossen Oelkugeln, welche man constant in ihnen findet, ausreichten, um sie leichter als Seewasser zu machen, macht Häckel (p. 168) geltend, dass er nie todte Meerqualster an der Oberfläche flottirend gesehen habe. »Würden die Thierchen durch ihr specifisches Gewicht allein an der Oberfläche des Wassers erhalten, so würden sie nicht nach dem Tode sogleich untersinken.« Dagegen erscheint die Annahme berechtigt, dass die oft sehr bedeutenden Fettmengen, welche im Radiolarienkörper enthalten sind, hinreichen, um »das Gewicht ihrer Kieselskelete zu compensiren.« —

Dana (6) macht folgende Bemerkung: »Both of the species (*Sphaeroz. orientale* Dana und »*Collosphaera*« sp. Dana) had the power of motion by a movement like expansion and contraction, and also the power of sinking and rising at will in the water. No external opening could be distinguished.« — Stuart[1]) beschreibt einen Organismus mit gelben Zellen, den er für eine Radiolarie ansieht. Er schliesst (p. 337) aus seinen Beobachtungen an dieser angeblichen Radiolarie, »dass das Aufsteigen und Niedersinken der Radiolarien auf plötzlichem Ortswechsel der gelben Zellen beruht, die bald nach aussen auf die Pseudopodien treten, bald in das Innere des Weichkörpers sich zurückziehen.« »Die Schnelligkeit, mit welcher das Steigen und Sinken der Thiere vollzogen wird, ist sehr verschieden; sie schwankt bei *Coscinosphaera* gewöhnlich zwischen 10—30 Secunden für 1 Decimeter.« — Häckel (12 p. 539) erwähnt der Curiosität halber diesen »possirlichen Einfall« von Stuart und vergleicht die eigenthümliche physikalische Theorie dieses Forschers mit derjenigen Münchhausen's, der sich an seinem eigenen Zopfe aus dem Sumpfe ziehen wollte. Uebrigens sei *Coscinosphaera* keine Radiolarie, sondern eine Foraminifere (*Globigerina echinoides*). —

Hertwig (17 p. 117) konnte den Zusammenhang der Vacuolen mit den Fäden des Sarkodenetzes nachweisen und überzeugte sich davon, »dass die Vacuolen vielfach vorübergehender Natur sind, indem sie auf Reize hin verschwinden. So haben die Sphaerozoiden, welche mit dem pelagischen Mulder zu Boden fallen, entweder gar keine oder doch nur wenig Vacuolen.« Bei *Thalassicolla nucleata* hat er sogar bei Loupenbetrachtung das Kommen und Verschwinden des grossblasigen Vacuolensaumes verfolgen können, wobei das Verschwinden stets durch Erschütterungen des Wassers verursacht wurde und dem Sinken des Organismus vorausging. Möglicherweise sind daher die Vacuolen hydrostatische Apparate. — Geddes (21 p. 304, 22 p. 386) behauptet, dass die Radiolarien sich frühmorgens in die Tiefe senken, um zu starker Sauerstoffproduction seitens der gelben Zellen vorzubeugen. Er glaubt nämlich nachgewiesen zu haben, dass die Radiolarien durch grellen Sonnenschein getödtet werden, und dass dies mit der übermässigen Sauerstoffproduction der in ihnen lebenden Algen in Zusammenhang stehe. Das Niedersinken am Morgen werde ausserdem dadurch bedingt, dass durch die im Lichte gebildete Stärke das specifische Gewicht der Radiolarien vermehrt werde. Sie sollen erst nach der Verdauung der Stärke so weit erleichtert sein, dass sie wieder in die Höhe steigen können. — Brandt (25 p. 286) tritt den unrichtigen Angaben von Geddes entgegen. Die Sphaerozoëen werden nicht durch Belichtung, sondern nur durch intensive Erwärmung oder durch starke Wasserbewegung zum Sinken gebracht. — Bütschli (24 p. 442) ist der Ansicht, dass die Gallertentwicklung der Radiolarien und anderer pelagischer Rhizopoden zur Schwimmfähigkeit in inniger Beziehung steht. Das Schwimmen der Radiolarien sei vorläufig unerklärt; dagegen machen die bisher fest-

1) Stuart, Alexander, Ueber *Coscinosphaera ciliosa*, eine neue Radiolarie. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. 16. Bd. 1866. p. 328—345. Taf. 18.

gestellten Thatsachen es sehr begreiflich, dass die Radiolarien lange Zeit im Wasser suspendirt bleiben und nur sehr langsam sinken. Der meist ansehnliche Gallertmantel, dessen specifisches Gewicht das des Seewassers kaum übertreffen dürfte, vermehrt das Volum des Organismus und erhöht daher durch Vergrösserung der Oberfläche, bei gleichzeitiger Herabsetzung des specifischen Gewichtes des Gesammtkörpers, den Widerstand des Wassers. Durch die reichliche Alveolenbildung, welche die Gallerte noch mehr aufbläht, sowie durch die allseitig ausstrahlenden Pseudopodien wird der Wasserwiderstand noch mehr vergrössert. Endlich werden auch die Oelkugeln bei reichlichem Vorkommen zur Verringerung des specifischen Gewichtes beitragen. Zur Erklärung der Thatsache, dass die Radiolarien dauernd in einer bestimmten Wasserzone schweben, reichen jedoch diese Verhältnisse noch nicht aus. Bütschli hält es daher für wahrscheinlich, »dass, wie Müller und Häckel vermuthen, schwache active Bewegungen, wahrscheinlich solche der Pseudopodien, das Schwimmen unterstützen.« Das Sinken lässt sich allenfalls einfach durch eine Vergrösserung des specifischen Gewichtes erklären. Der Wassergehalt der Gallerte ist anscheinend ein veränderlicher: »eine Verringerung desselben wird demnach durch Erhöhung des specifischen Gewichtes des Gesammtorganismus zum Sinken beitragen.« Durch Einziehen der Pseudopodien kann wegen der Verringerung des Wasserwiderstandes das Sinken vielleicht noch unterstützt werden. Für das Aufsteigen aber fehlt eine befriedigende Erklärung vollkommen. Gasentwicklungen, wie sie bei manchen anderen Rhizopoden vorkommen, sind bei Radiolarien nie beobachtet worden. Die Annahme activer Thätigkeit der Pseudopodien zur Vermittelung des Aufsteigens erscheint Bütschli unwahrscheinlich, »bedarf jedoch im Hinblick auf die innigen Beziehungen zwischen gewöhnlichen Pseudopodienbildungen und den geisselnden Bewegungsorganen der höheren Protozoen immerhin weiterer Verfolgung durch erneute Beobachtungen. Im Allgemeinen ist jedoch bis dato diese Erscheinung noch so wenig aufgeklärt, dass es selbst nicht ausgeschlossen erscheint, dass es sich hierbei nur um passive Strömungserscheinungen oder durch Zunahme des specifischen Gewichts des umgebenden Wassers bedingte Bewegungen handelt.« —

In diesem Abschnitte sollen nur das Sinken und Steigen der Kolonien, also die Bewegung der ganzen Kolonien, behandelt werden, und die Bewegungen innerhalb der Kolonien nur soweit Berücksichtigung finden, als sie Bewegungen des ganzen Qualsters zur Folge haben. Dem entsprechend ist im Vorstehenden von den Angaben früherer Forscher nur dasjenige berücksichtigt worden, was mit dem Sinken, Steigen und Schweben der Kolonien in unmittelbarem Zusammenhang steht. Für das Schweben der Radiolarien haben Müller, Häckel, Hertwig und Bütschli eine Erklärung zu geben versucht. Der erstere ist der Ansicht, dass die Qualster durch die in ihren Nestern enthaltenen bedeutenden Oelmassen geradezu hydrostatisch sind. Dagegen ist jedoch geltend zu machen, dass auch junge Kolonien an der Wasseroberfläche schwimmen, welche noch gar keine Oelkugeln besitzen. Die bedeutende Menge von Fett, welche meist in den Individuen enthalten ist, erleichtert allerdings die Radiolarien in hohem Grade; sie ist aber, wie ich nachher zu zeigen habe, nicht im stande, die Individuen an der Oberfläche zu erhalten. Nach Häckel ist es am wahrscheinlichsten, dass die Radiolarien durch active Schwimmbewegungen aufsteigen und sich mit Hilfe der Pseudopodien nicht allein an der Wasseroberfläche festhalten, sondern auch nach Art der Süsswasserschnecken an der Wasseroberfläche entlang kriechen. Ueber die Schwimmbewegungen hat aber weder er, noch einer der späteren Beobachter genauere Angaben gemacht. Ferner spricht Hertwig die Vermuthung aus, dass die Vacuolen hydrostatische Apparate seien, deren Schwinden ein Niedersinken der Kolonie zur Folge habe. Bütschli endlich schreibt auch der Gallerte eine wichtige Rolle beim Schwimmen der Radiolarien zu.

Die Angabe von Meyen, dass die Radiolarienkolonien schneller und energischer Be-

wegungen fähig sind und sich mit Hilfe derselben fortbewegen, konnte nur bei ganz flüchtiger Beobachtung entstehen; sie steht mit den Thatsachen in Widerspruch. Die Radiolarienkolonien sind nicht im stande, sich seitwärts zu bewegen, sondern schweben, solange ihr specifisches Gewicht etwas geringer ist als das des Meerwassers, an der Meeresoberfläche, sinken unter, wenn ihr specifisches Gewicht sich vergrössert, und steigen wieder bei Abnahme des Gewichtes. Die Vergrösserung des specifischen Gewichtes hat aber nicht, wie Geddes angiebt, in der Stärkeproduction oder in zu starker Sauerstoffentwicklung seitens der gelben Zellen seinen Grund, sondern wird durch andere Reize veranlasst. Wenn Häckel meint, dass das Flottiren nicht etwa durch geringeres specifisches Gewicht bedingt sein könne, weil die Thiere nach dem Fischen stets zu Boden sinken, so vergisst er, dass beim Fangen mit dem pelagischen Netze die Thiere in Folge der heftigen Reizung recht gut ihr specifisches Gewicht vergrössert haben können. Qualster, die mit dem Glase geschöpft werden, sinken keineswegs zu Boden. Sobald aber dem Meerwasser etwas Süsswasser zugesetzt wird, sinken die Sphaerozoëen in demselben Augenblicke unter, und zwar gelangen sie um so schneller am Boden des Gefässes an, je mehr Süsswasser man zugefügt, mit anderen Worten je mehr man das specifische Gewicht der Umgebung der Kolonien verringert hat. Das momentane Untersinken zeigt deutlich, dass die Kolonien nicht etwa wegen heftiger Reizung oder gar weil sie todt sind, zu Boden sinken, sondern nur, weil ihr eigenes specifisches Gewicht jetzt grösser ist als das der Umgebung.

Die Individuen mit ihren Ausläufern, also die plasmatischen Theile der Kolonie, sind erheblich schwerer als das Meerwasser und sinken im isolirten Zustande stets sofort und rasch unter. An der Meeresoberfläche werden sie nur dadurch erhalten, dass sie von Gallerte umgeben sind und grosse Vacuolen einschliessen. Beide Substanzen tragen bedeutend zur Vergrösserung der Oberfläche der Kolonie bei. Ausserdem machen verschiedene Thatsachen es wahrscheinlich, dass die Vacuolenflüssigkeit und wahrscheinlich auch die Gallertsubstanz specifisch leichter sind als das Meerwasser. Dass die Individuen trotz des vielen Fettes, das sie enthalten, schwerer sind als das Wasser, zeigt sich sehr deutlich bei der Schwärmerbildung. Die Individuen rücken gegen Ende der Schwärmerbildung zu einem Klumpen zusammen; gleichzeitig verändert sich die Beschaffenheit der Gallertsubstanz und tritt eine Vermischung derselben mit der Vacuolenflüssigkeit ein. In vielen Fällen kann die Kolonie durch die reducirte Gallerte nicht mehr an der Oberfläche erhalten werden, sondern wird durch den Klumpen, den die zusammengerückten Individuen bilden, herabgezogen. Dabei findet stets ein langsames und vollkommen gleichmässiges Niedersinken der Kolonie statt. Bei *Myxosph. coerulea* kommt es aber nicht selten vor, dass der Klumpen sich von der Gallertkugel loslöst und nun schnell zu Boden sinkt, während die Gallertkugel, auf deren Oberfläche bis dahin die Nester vertheilt gewesen waren, nach wie vor in der Nähe der Oberfläche schweben bleibt. In einem Falle z. B. waren die Individuen einer Kolonie von 10 mm Durchmesser zu einer Kugel von nur 1 mm Durchmesser dicht zusammengerückt. Als diese Kugel sich von der Gallertmasse getrennt hatte, sank sie sofort zu Boden, und zwar mit solcher Schnelligkeit, dass sie in 5—6 Secunden einen Weg von 1 Decimeter zurücklegte; sie war mithin bedeutend schwerer als

das Seewasser. Saugte man mit dem Heber zu wiederholten Malen den compacten Klumpen auf, so fiel er stets alsbald wieder zu Boden, und zwar stets mit derselben Geschwindigkeit wie beim ersten Male. Durch wiederholte Reize konnte also das specifische Gewicht des Klumpens nicht mehr beeinflusst werden. Etwas anders verhielten sich vegetative Kolonien von *Sph. neapolitanum*, die in Folge schlechter Behandlung beim Fange am Boden des Gefässes lagen. Dieselben sanken zwar nach dem Aufsaugen auch stets wieder zu Boden, legten aber dabei anfänglich einen Weg von einem Decimeter in 2 Minuten, nach wiederholter Reizung dieselbe Strecke in $1^1/_2$ Minuten, und schliesslich sogar in einer Minute zurück. Bei diesen mit Gallerte und Vacuolen versehenen Kolonien erfolgte also das Niedersinken nicht allein bedeutend langsamer als bei den zum Klumpen zusammengerückten Individuen von *Myxosph. coerulea*, sondern es konnte auch durch wiederholte Reizung nicht unerheblich beschleunigt werden. Ein weiterer Unterschied bestand darin, dass die Sphaerozoen sich nach einigen Stunden soweit von der Reizung erholt hatten, dass sie wieder zur Oberfläche emporstiegen, während der Klumpen von *Myxosph. coerulea* am Boden liegen blieb[1]).

Auch bei vegetativen Zuständen kann man die hydrostatische Bedeutung von Gallerte und Vacuolen und die verhältnissmässige Schwere der Individuen nachweisen. Wie ich oben bereits erwähnte, schwindet bei cultivirten Kolonien die Gallerte allmählich und nimmt, ähnlich wie bei fructificirenden Exemplaren, eine sehr weiche Consistenz an. Die Folge davon ist, dass die Kolonien ganz allmählich zu Boden sinken. Sie leben dann, am Grunde des Glases liegend, noch wochenlang weiter und unterscheiden sich von den frisch gefangenen Exemplaren ihrer Species fast nur in Bezug auf den fast gänzlich reducirten hydrostatischen Apparat (Gallerte und Vacuolen). Wenn man ferner bei vegetativen Zuständen von *Myxosph. coerulea* den festen Gallertmantel, in welchem die sämmtlichen Individuen liegen, von der weichen Gallertkugel, welche die grosse Vacuole füllt, trennt, so sinkt er allmählich zu Boden, während die herausgeschälte Gallertkugel ebenso gut wie bei den in Schwärmerbildung begriffenen Kolonien nahe der Oberfläche schweben bleibt.

Die bisher angeführten Beobachtungen zeigen, dass die Individuen der Kolonie ohne die Gallerte und die Vacuolen sich nicht an der Oberfläche halten können, sondern um so schneller untersinken, je vollständiger sie von den hydrostatischen Theilen getrennt sind, dass dagegen isolirte Gallertklumpen im Wasser schweben bleiben. Es bleibt nun weiter zu untersuchen, wie weit die Schwebfähigkeit der Kolonie durch die Gallertsubstanz, und wie weit sie durch die Vacuolenflüssigkeit bedingt sei.

Um über die Bedeutung der Vacuolen ins Klare zu kommen, eignen sich besonders die perlschnurförmigen Kolonien von *C. inerme* zu Versuchen, da bei ihnen die Vacuolen verhältnissmässig sehr gross und stets mit wässriger Flüssigkeit erfüllt sind. Nur bei gleicher oder fast gleicher Grösse der Vacuolen schwimmen die Kolonien wagerecht; sind aber die Vacuolen an dem einen Ende der Kolonie erheblich kleiner als am anderen, so schwimmt

1) Beim Aufsteigen legte eine junge *Thalassicolla pelagica* in $3^1/_2$ Minuten einen Weg von 1 Decimeter zurück.

dieses Ende tiefer. Sticht man bei einem horizontal schwebenden Exemplar die Vacuolen an dem einen Ende an, so hängt dasselbe alsbald herab. Schneidet man mehrere Vacuolen an, so wird die ganze Kolonie von den zusammenfallenden Gliedern hinabgezogen. Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass diejenigen Arten, welche Vacuolen mit wässriger Flüssigkeit besitzen, im stande sind, sich durch theilweise oder vollständige Entleerung ihrer Flüssigkeitsräume zu senken. In der That kann man auch bei solchen Kolonien durch mechanische oder thermische Reizung nicht allein das Niedersinken der Kolonie, sondern auch eine Gestaltveränderung der Vacuolen herbeiführen. Junge Sphaerozoëen z. B., die vor der Reizung durch Umrühren des Wassers prall gefüllte Vacuolen zeigen, lassen nach derselben unregelmässig gestaltete Vacuolen mit schlaffer und theilweise tief eingebuchteter Wand erkennen (Taf. 1 Fig. 27*a*. *b*). Da wo Pseudopodien sich an die Vacuolenwand ansetzen, ist der schlaffe Sack zipfelförmig ausgezogen. Die Gallerthülle ist nirgends eingerissen oder sonst irgendwie verletzt. Die Vacuolenflüssigkeit kann also nicht direct in das Meerwasser entleert, sondern muss zunächst in die Gallerte diffundirt sein. Wie ich glaube, geschieht dies dadurch, dass der Plasmabelag der Flüssigkeitsansammlung an einigen Stellen aus einander weicht, so dass die Vacuolenflüssigkeit nun in unmittelbare Berührung mit der Gallerte kommt. Das Austreten der Flüssigkeit wird noch weiter unterstützt durch die Thätigkeit der an die Vacuolenwand herantretenden Pseudopodien, die bei ihrer Contraction bedeutende Verzerrungen der Vacuolen veranlassen. Lässt man solche Kolonien einige Stunden lang ruhig im Glase stehen, so steigen sie wieder ganz allmählich in die Höhe und lassen bei der Untersuchung wieder vollkommen gefüllte Vacuolen erkennen. Bei stärkerem Reize werden die Individuen häufig zum Klumpen zusammengezogen und die Vacuolen ganz zum Verschwinden gebracht. In solchen Fällen bedarf es oft tagelanger Ruhe, bis die Kolonie ihre Vacuolen wieder soweit hergestellt hat, dass sie aufsteigt. Aehnlich wie bei mechanischen Reizen erfolgt auch bei starker Abkühlung oder Erwärmung das Untersinken der Kolonie erst, wenn die Pseudopodien grossentheils eingezogen sind und die Vacuolen an Zahl und Grösse abgenommen haben. Bei lange andauernder Abkühlung[1]) werden die Individuen der Kolonie zu einem oder mehreren Klumpen zusammengezogen und die Vacuolen gänzlich entleert (Taf. 1 Fig. 36—38). Während nach kurzer und nicht zu heftiger thermischer Reizung die Kolonien wieder in wenigen Stunden zur Oberfläche des Wassers emporsteigen und bei näherer Untersuchung zahlreiche Pseudopodien und dieselbe Lagerung von Individuen und Vacuolen wie vor der Reizung zeigen, dauert es oft 2—3 Tage, bis nach lange andauernden oder sehr heftigen thermischen Reizen die Individuen wieder auseinander gerückt sind, und die Kolonie wieder so zahlreiche Vacuolen enthält, dass sie emporsteigen kann.

Auch die Gallertsubstanz hat einen gewissen Einfluss auf die Schwimmfähigkeit der Kolonie, was man leicht daran erkennen kann, dass zwei sonst ganz ähnliche Kolonien, die an der Oberfläche schwimmen, sich bei wiederholtem gewaltsamen Hinabdrücken verschieden

1) Vergl. unten »Einfluss der Temperatur«.

verhalten, je nachdem ihre Gallerte weich oder fest ist. Während diejenige mit stark ausgebildeter, knorpelartiger Gallerte beim Niederdrücken immer wieder zur Wasseroberfläche emporschnellt, kehrt die Kolonie mit schwach ausgebildeter, weicher Gallerte nur langsam und gewöhnlich nur theilweise dahin zurück. Damit steht auch die Beobachtung in Einklang, dass man bei bewegter See vorzugsweise Kolonien, deren Gallerte eine festere Consistenz besitzt, z. B. die vegetativen Zustände von *C. inerme*, *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum* und *Myxosph. coerulea*, an der Oberfläche findet, wenn die Kolonien mit weicher Gallerte, wie die von *Siphonosph. tenera* und die Jugendformen der verschiedenen Sphaerozoëen, schon längst untergesunken sind (s. u. »Einfluss der Wasserbewegung«). Diese Verschiedenheit des Verhaltens der Sphaerozoëen bei mechanischer Reizung, je nachdem sie weiche, flüssigkeitsreiche oder festere Gallertsubstanz besitzen, hat wohl darin ihren Grund, dass die feste Gallerte weniger durchlässig ist als die weiche, so dass die Vacuolenflüssigkeit bei jener nicht so leicht diffundiren kann, wie bei dieser. — Wenn man grosse Exemplare von *Thalassicolla nucleata* durch starkes Umrühren des Wassers heftig reizt, so schwinden, wie bereits Hertwig festgestellt hat, nach und nach die Vacuolen, die Pseudopodien werden grossentheils eingezogen, und die Thalassicollen sinken unter. Reisst man nun mit einer Nadel die Gallerthülle ab, so fällt die Centralkapsel als schwere Kugel heraus und bleibt auf dem Boden liegen, während die isolirte Gallertmasse, trotz zahlreicher gelber Zellen und einiger plasmatischer Theile der Radiolarie sofort zur Oberfläche des Wassers emporsteigt. Hiernach scheint es, als ob — wenigstens in manchen Fällen — die Gallerte nicht nur nicht schwerer, sondern sogar leichter ist, als das Meerwasser.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergeben sich folgende Resultate: Die plasmatischen Theile der Radiolarien sind, trotz der oft vorhandenen grossen Oelkugeln, viel schwerer als das Meerwasser und werden nur durch die Gallerte und die Vacuolen in der Schwebe erhalten. Die bedeutende Vergrösserung der Oberfläche, welche Gallertsubstanz und Vacuolenflüssigkeit bedingen, erhöht den Wasserwiderstand in beträchtlichem Grade; ausserdem sind die beiden Substanzen selbst nicht specifisch schwerer als Meerwasser, sondern in manchen Fällen sogar allem Anscheine nach erheblich leichter. Im ungereizten Zustande ist die Kolonie genau so schwer, wie die Wasserschicht, in der sie schwebt; sie sinkt sofort unter, wenn ihr eigenes Gewicht grösser oder das specifische Gewicht des umgebenden Wassers geringer wird. Eine Vergrösserung des specifischen Gewichtes der Kolonie und ein, je nach der Stärke der Einwirkung schnelles oder langsames Untersinken, tritt z. B. bei mechanischen oder thermischen Reizen ein. Bei schwachen Reizen erfolgt das langsame Untersinken einfach durch eine unbedeutende Verringerung der Oberfläche, also durch eine geringe Zunahme des specifischen Gewichtes, indem durch die gereizten und sich zusammenziehenden Pseudopodien die Gestalt und die Grösse der Vacuolen verändert wird. Hört der Reiz auf, so füllen sich die Vacuolen — in vorläufig unbekannter Weise, anscheinend aber unter Mitwirkung des Plasmas — wieder mit Vacuolenflüssigkeit; die Vacuolen werden prall, die Kolonie erreicht wieder ihren früheren Umfang und steigt in die Höhe. Waren die Reize, welche das Niedersinken veranlassten, sehr heftig, so schwinden die Vacuolen gänzlich, während gleichzeitig die Individuen zu einem

Klumpen zusammengezogen werden. In solchen Fällen dauert es einen oder mehrere Tage, bis die Vacuolen wieder so weit hergestellt sind, dass die Kolonie sich vom Boden des Gefässes erhebt und allmählich aufsteigt. Die Bewegungen der Pseudopodien spielen also bei dem Auf- und Niedersteigen der Kolonie eine wichtige Rolle, jedoch eine andere, als Häckel annahm. Sie wirken nicht direct auf das umgebende Wasser, sondern tragen durch Vergrösserung oder Verringerung des Umfanges der Vacuolen zur Erniedrigung resp. Erhöhung des specifischen Gewichtes der Kolonie bei.

3. Vorkommen der Sphaerozoëen und Abhängigkeit ihres Auftretens von verschiedenen Lebensbedingungen.

Ueber die Lebensweise der Sphaerozoëen und über ihr Verhalten gegenüber der verschiedenen Beschaffenheit ihres Wohnelementes, über den Einfluss von Licht und Temperaturwechsel etc. liegen ausser den Angaben von Häckel nur ganz vereinzelte und zum Theil sich widersprechende Beobachtungen vor. Die Angaben über die geographische Verbreitung werden hier nicht, sondern erst im nächsten Abschnitte Berücksichtigung finden. Im allgemeinen sei hier nur bemerkt, dass alle Autoren den Sphaerozoëen eine ausschliesslich pelagische Lebensweise zuschreiben, und dass keine der bisher festgestellten Thatsachen gegen eine solche Annahme spricht.

Meyen (1) und Huxley (2) fanden die von ihnen beobachteten Sphaerozoëen ausschliesslich an der Oberfläche des hohen Meeres. — Auch Müller (3 p. 24) bemerkte die »Meerqualster« nie an seichteren Stellen, sondern nur an der Oberfläche von tiefen Meeren. Dort konnten sie »bei ruhiger See zu jeder Zeit reichlich gefischt werden.« —

Häckel (5 p. 128) glaubt bei Sphaerozoëen Lichtempfindung wahrgenommen zu haben. Die Kolonien »stiegen gewöhnlich, wenn sie unversehrt gefangen waren und einige Zeit (mindestens einige Stunden) in dem Glasgefässe mit Seewasser ruhig dagestanden hatten, von dem Boden des Gefässes, auf den sie herabgesunken waren, wieder in die Höhe und fanden sich dann meistens (aber nicht immer) an der dem Licht zugekehrten Seite des Gefässes, am Rande der Wasserfläche«. Wenn er »die Stellung des Gefässes änderte, so fanden sie sich einige Stunden darauf gewöhnlich wieder an der Lichtseite ein. Doch ist die Frage, ob diese Ortsveränderung nicht bloss passiv und durch Strömungen bedingt ist, die die leichten pelagischen Körperchen nach der vielleicht stärker erwärmten Seite des Gefässes hinführten[1].« Für seine Vermuthung, dass Wärme auf die Radiolarien nicht weniger als auf andere pelagische Thiere wirkt, führt Häckel (p. 129) folgende Beobachtungen an: »Ich möchte dies daraus schliessen, dass ich im Golfe von Neapel, wo ich im Frühjahr (April und Mai) 1859 grosse Sphaerozoen-Schwärme fast täglich beobachtete, dieselben späterhin im heissen Sommer (im Juli erreichte das Thermometer im Schatten an mehreren Tagen 36° R.) gänzlich vermisste. Die Thierchen scheinen dann, wie so zahlreiche andere pelagische Geschöpfe, welche man im Winter und Frühling massenweis an demselben Orte pelagisch fischt, wo man sie im Sommer und Herbste vergebens sucht, während der heisseren Jahreszeit sich in kühlere Tiefen zurückzuziehen[2]. Ich glaube sogar öfters im Winter bemerkt zu haben, dass die pelagische Fischerei mit dem feinen Netze mir zahlreichere Radiolarien an mässig warmen Tagen bei bedecktem Himmel lieferte, als an ganz heissen Tagen, wo die unbewölkte Sonne die Meeresoberfläche stark erhitzte. Bei solchem

1) Ich bemerke gleich an dieser Stelle — da ich später nicht darauf zurückkomme —, dass eine solche Aeusserung der Lichtempfindung, wie sie Häckel wahrgenommen zu haben glaubt, deshalb höchst unwahrscheinlich ist, weil nicht eine einzige sichere Beobachtung dafür vorliegt, dass die Kolonien sich aus eigener Kraft seitwärts bewegen können. Die andere Möglichkeit, dass die Sphaerozoëen passiv (durch Strömungen) nach der Lichtseite gelangt sind, ist bedeutend wahrscheinlicher. Ich bestreite durchaus nicht, dass den Radiolarien Lichtempfindung zukommt, bin aber der Ansicht, dass eine solche durch die Beobachtung von Häckel nicht erwiesen ist.

2) (Vergl. auch 5 p. 148.)

Wetter schienen die Radiolarien einige Fuss unter der Oberfläche zahlreicher, als am Spiegel selbst, vorhanden zu sein.« »Mechanische Reize, Druck, Stoss, sogar schon mässig starke Erschütterung und Berührung scheinen von den Radiolarien allgemein ziemlich fein empfunden zu werden; sie reagiren darauf gewöhnlich durch theilweises, bei stärkerem Druck durch totales Verschmelzen und Zurückziehen der Pseudopodien; bei höheren Graden der Einwirkung scheinen sie sich sofort in eine homogene Gallert zu verwandeln.« Diese hohe Empfindlichkeit erklärt es (5 p. 130), dass »man stets den grössten Theil der Acanthometren und Polyzoen, welche mit dem feinen Netze pelagisch gefischt werden«, in todtem Zustande findet. »Die blosse Berührung des Netzes und die Reibung an dessen Maschenwänden bei durchgehendem Wasserstrome reicht hin, diese ungemein zarten Thierchen zu tödten« und ihre Pseudopodien in Gallert zu verwandeln. Gegen Verunreinigungen des Seewassers zeigen die Radiolarien eine grosse Empfindlichkeit. Müller hatte (3 p. 15) bereits angegeben, dass *Thalassicolla* viel weniger empfindlich ist, als die zusammengesetzten Radiolarien, von welchen lebende Exemplare selten erhalten werden. Häckel bestätigt das und stellt (5 p. 131) folgende »Scala der Empfindlichkeit der bedeutendsten Familien gegen äussere Einflüsse, sowohl gegen mechanische (Reibung an den Netzmaschen) als gegen chemische Reagentien (Verunreinigung und Zersetzung des Wassers)« auf: Acanthometrida, Sphaerozoida, Collosphaerida, Cladococcida, Collida, Cyrtida, Ethmosphaerida, Ommatida, Spongurida, Discida. »Die letzteren sind am wenigsten, die ersten am meisten von allen Radiolarien empfindlich.« Je mehr todte und lebendige Thiere, je mehr Reste und Fragmente von Thieren und Pflanzen in derselben Wassermenge beisammen sind, desto geringer ist die Aussicht, lebende Radiolarien zu finden. »Um daher vollkommen lebenskräftige Thiere zu erhalten, ist es rathsam, die Barkenfahrt nur auf kurze Zeit auszudehnen und möglichst grosse Gefässe mitzunehmen[1])«. »Wollte ich Radiolarien mehrere Tage lebend erhalten, so war dazu ein täglich wenigstens einmal wiederholter Wechsel des Wassers nöthig, und eine Isolirung der einzelnen Thiere in besonderen Gefässen.« »Aber auch dann war eine fortgesetzte Beobachtung schwierig, da die Thierchen, welche bereits ein oder ein paar Mal in einem Uhrgläschen der Beobachtung gedient hatten, durch die damit verbundenen Manipulationen bereits so erschöpft waren, dass sie beim wiederholtem Wechseln des Gefässes nicht mehr am Leben blieben. Sie sanken gewöhnlich gleich darauf zu Boden und die klare Gallerte trübte sich. Nach mehreren Stunden fand sich der Qualster als eine flache, trübe Schleimschicht am Boden des Glases.« In dem Abschnitt seiner Monographie, der die topographische Verbreitung der Radiolarien behandelt, tritt Häckel (5 p. 166) mit Entschiedenheit für eine ausschliesslich pelagische Lebensweise der Radiolarien ein und bespricht dann (p. 169) die Verhältnisse, unter denen am meisten Radiolarien zur Beobachtung gelangen. »Die meisten Radiolarien fängt man bei ganz ruhigem, klarem, nicht zu hellem und zu warmem Wetter, wenn der Meeresspiegel recht glatt und wellenlos und die Masse der übrigen pelagischen Thiere, die daselbst ihr Spiel treiben, nicht zu gross ist. Die grosse Empfindlichkeit gegen Wellenbewegung theilen die Radiolarien mit vielen anderen Geschöpfen; ja sie scheinen dieselbe in erhöhtem Grade zu besitzen, da sie schon bei ziemlich mässigem Wellenschlage in die Tiefe sinken, wenn die grösseren Thiere noch an der Oberfläche verweilen.« »Weniger empfindlich, als gegen die Wellenbewegung, scheinen sie gegen den Regen zu sein, der viele andere pelagische Thiere sofort in die Tiefe treibt.« Häckel hatte mehrere Male reiche Ausbeute, als er inmitten starker Regengüsse die Fischerei begann und beendete. »Länger anhaltendes Regenwetter wirkt dagegen immer dadurch nachtheilig, dass Erdpartikelchen und die verschiedenen organischen Stoffe, welche von der nahen Küste abgespült und insbesondere durch die dann plötzlich anwachsenden Süsswasserzuflüsse aus den Fiumaren massenweis ins Meer geführt werden, das blaue Oberwasser trüben und stark verunreinigen.« »Sie verschwinden dann plötzlich spurlos, wenn sie kurz zuvor noch massenweis vorhanden waren, und die Fischerei in solchem verunreinigten Wasser blieb stets resultatlos. Völlig reines und klares, durch keine organischen und unorganischen Beimengungen getrübtes Wasser ist nicht weniger, als stille Oberfläche erforderlich, wenn man eine grössere Anzahl Radiolarien erlangen will. Daher beginnt an den meisten Orten erst in einiger Entfernung von der Küste der Fang lohnend zu werden.« Da Häckel seine Beobachtungen an Radiolarien vorzugsweise im Hafen von Messina anstellte, so erörtert er schliesslich noch die Vorzüge, die dieser Platz anderen Orten des Mittelmeergebietes gegenüber besitzt. Bei dieser Gelegenheit erwähnt er (p. 172), dass täglich zweimal ein starker von Nordost kommender Strom, der jedenfalls mit den in der Meerenge herrschenden constanten Strömungen in Verbindung steht, in den Hafen

1) (Vergl. auch 5 p. 168.)

von Messina eintritt, das Becken mit frischem Wasser füllt und bei seinem Rückgange alle Unreinigkeiten, die dem Wasser beigemengt waren, mit fortnimmt. Dieser Strom sei für die pelagischen Thiere und insbesondere für die Radiolarien von grosser Wichtigkeit. »Nicht nur werden durch den Corrente immer neue und wechselnde Schwimmer-Schaaren in das Becken geführt, sondern sie geniessen hier auch bei tagelangem Aufenthalte fortwährend dasselbe klare, reine, beständig erneute Wasser, wie an ihrem natürlichen Wohnort, auf der hohen See.« —

Schneider (8 p. 511) giebt an, dass *Collozoum inerme* keineswegs zart und vergänglich ist. Bei kühler Temperatur und täglich mehrmaligem Wechsel des Seewassers ist es ihm gelungen, dasselbe 5—6 Tage lang gesund zu halten. — Geddes (21 p. 304, 22 p. 386) macht folgende sehr auffallende Angabe: »I found that Radiolarians were killed by a day's exposure to sunshine even in cool water, and it is to the need for escaping this too rapid oxidation that I ascribe their remarkable habit of leaving the surface and sinking into deep water early in the day. We may readily understand the mechanics of this phenomenon by remembering that the starch formed during the morning's exposure to sunshine would increase the specific gravity of the Radiolarian, and so sink it, while its digestion and oxidation would again lighten it.« — Im Gegensatze hierzu giebt Fuchs [1]) an, dass bei Tage die pelagische Fauna im wesentlichen »aus Radiolarien, Quallen, Salpen und einigen kleinen Crustaceen zusammengesetzt« ist. — Ferner sagt Moseley (23 p. 560): »Certain pelagic animals, however, seem not to mind the sunlight. Radiolarians may be seen at the surface when it is calm, in the full glare of the sun.« — Endlich erklärt auch Brandt (25 p. 286) die Behauptung von Geddes für vollkommen unrichtig. Er hat nie bemerken können, dass die Radiolarien das Licht gemieden hätten, sondern fand vom September an auch zur Mittagszeit und bei grellstem Sonnenscheine Tausende von Collozoen an der Meeresoberfläche. Das Untersinken der Collozoen, das eintrat, wenn Geddes diese Radiolarien in Gläsern dem Sonnenlichte aussetzte, hat weder in der Empfindlichkeit der Radiolarien gegen intensives Licht oder gegen sehr starke Sauerstoffentwicklung seitens der gelben Zellen, noch in der Stärkeproduction seinen Grund, sondern allein in der übermässigen Erwärmung. Geddes hat Temperaturmessungen während des Versuches unterlassen; seine Angabe, dass das Wasser »kühl« geblieben sei, ist also werthlos. »Erwärmt man Radiolarien im Sonnenlichte oder auf dem Wasserbade langsam bis etwa 30°, so senken sie sich zu Boden, während nicht erwärmte Radiolarien bei sonst gleichen Bedingungen an der Oberfläche bleiben. Wenn man aber direktes Sonnenlicht einwirken lässt, so erhält man gar keine Reaction, sobald man nur jede Erschütterung und Erwärmung des Wassers vermeidet. Man kann Collozoen stundenlang der Einwirkung grellsten Sonnenlichtes aussetzen, wenn man das Versuchsgefäss in stark strömendem Wasser fortwährend kühlt.« Als die Hauptfactoren für das Auf- und Niedersteigen der pelagischen Thiere bezeichnet Brandt die Temperatur und die Bewegung des Wassers. Während der Sommermonate vermisste er [2]) die Sphaerozoëen im Golfe vollkommen, und vermuthet, dass das Fehlen durch die starke Erwärmung der Oberfläche des Golfes (bis 27°) bedingt sei. —

Meine Beobachtungen über das Vorkommen von Sphaerozoëen beschränken sich auf den Golf von Neapel und wurden vom September bis December 1879 und vom April 1882 bis März 1885 ausgeführt [3]). Die »angrenzenden Meeresabschnitte«, namentlich die Strasse von Messina, die — soweit bis jetzt bekannt — die geeignetste Stätte zur Untersuchung pelagischer Thiere im Mittelmeer-Gebiete ist, habe ich leider nicht kennen gelernt. Wenn meine Beobachtungen in Folge der verhältnissmässigen Armuth des Golfes an pelagischen Thieren auch mangelhaft sind, so besitzen sie insofern einen gewissen Werth, als sie mehrere Jahre hindurch an derselben Localität stattfanden und mich in den Stand setzen, einige der Ursachen, welche das Auftreten der Sphaerozoëen und anderer pelagischer Thiere bedingen, anzugeben.

1) Th. Fuchs, Ueber die pelagische Fauna und Flora. in: Verhandl. Geol. Reichsanstalt. Wien 1882. 7 pgg.

2) Ebenso wie früher Häckel, cf. 5 p. 148.

3) Ich war zweimal durch dringende Arbeiten oder durch Krankheit für einige Wochen (Ende 1882, März bis Mitte April 1883) verhindert, den »Auftrieb« genauer zu untersuchen. Im Juni und Juli 1884 hatte Herr Lobianco die Güte, während meiner Abwesenheit von Neapel, auf das Vorkommen der Sphaerozoëen im Auftrieb zu achten.

Während der angegebenen Zeit fuhren die Fischer der Station täglich — ausser bei stürmischem Wetter oder starkem Regen — in Barken hinaus, um sowohl »Oberflächen-Auftrieb« mit dem gewöhnlichen pelagischen Netze, als auch »Tiefen-Auftrieb« mit dem Schwebnetze zu fischen. In der für Auftrieb günstigeren Zeit (Frühjahr und Herbst) fuhren oft auch 2 oder 3 Boote hinaus. Das Auftriebmaterial, das sie heimbrachten, stammte meist aus dem der Station benachbarten Meeresabschnitt, der gegen den übrigen Golf durch eine Linie vom Castell dell'Uovo nach der Punta di Posilippo oder dem Capo Caroglio abgegrenzt wird. Im Folgenden werde ich diesen Abschnitt der Kürze halber als »Stationsgolf« bezeichnen [1]). Ausserdem boten die Dampfer der Station eine häufig von mir benutzte Gelegenheit, auch von den übrigen Theilen des Golfes Material zu beschaffen.

Ueber die Art des Vorkommens der Sphaerozoëen ist im allgemeinen zu bemerken, dass sich bei ruhiger See die ausgewachsenen Formen nahe der Meeresoberfläche — im Oberflächen-Auftrieb —, die Jugendformen dagegen grösstentheils in tieferen Wasserschichten finden. Die letzteren kommen gewöhnlich 5—10 oder 15 Meter unter der Oberfläche, jedoch auch noch in einer Tiefe von 30—40 Meter, aber seltener, vor. Ebenso wie andere pelagische Thiere treten auch die älteren vegetativen Zustände der Sphaerozoëen oft in enormen Mengen auf. Solche Radiolarienschwärme wurden an einigen Tagen auch im Golf beobachtet. Die Menge der Kolonien war dann zuweilen so gross, dass die Meeresoberfläche an manchen Stellen in einen dicken Gallertbrei verwandelt war, und dass beim Schöpfen fast nur Qualster und nur wenig Meerwasser in das Glas gelangten.

Im Nachfolgenden werde ich zunächst das Vorkommen der einzelnen Species in den verschiedenen Beobachtungsjahren angeben, darauf die Ergebnisse dieser Beobachtungen kurz zusammenfassen, und endlich die Einflüsse, denen die Radiolarien bei ihrer Lebensweise ausgesetzt sind, besprechen und dabei angeben, wie weit dieselben die Verbreitung der Sphaerozoëen bedingen. Die zunächst folgende, möglichst kurz gefasste Uebersicht der Beobachtungen über das Vorkommen bildet zu den auf Taf. 8 dargestellten Kurven insofern eine Ergänzung, als auch die Entwicklungsstadien angegeben werden, was bei der graphischen Darstellung nur bei Anwendung des dreifachen Raumes möglich war. Die Jugendzustände der skeletlosen Sphaerozoëen habe ich in der nachfolgenden Uebersicht nur dann angeführt, wenn ich sie mit Sicherheit bestimmt hatte.

I. Vorkommen.

1. *Collozoum inerme.* **1879.** Von Ende September bis Anfang December wurden ausgewachsene Exemplare beobachtet, die grösstentheils, einige Stunden oder doch wenige Tage nachdem sie gefangen waren, in bohnenförmige oder Krystall-Schwärmer zerfielen. — Jugendliche Zustände meist mit extracapsularen Körpern wurden am 8. X zum ersten Male und vom 26. X an häufiger gefischt. Von Anfang December wurden bis zu meiner Abreise von Neapel (20. XII) nur solche Jugendzustände gefangen.

1) Vergl. die Karte im folgenden Abschnitt unter »Einfluss der Strömungen«.

1882. Vom 1. V—1. VI wurde das Vorkommen von kleinen Kolonien, am 1. VI auch solcher mit extracapsularen Körpern constatirt. Anfang Mai und am 1. VI war die Zahl der kleinen Exemplare sehr bedeutend; grosse fanden sich gar nicht. Darauf kamen mir am 4. VII eine grössere und am 14. VII mehrere kleine Kolonien in die Hände. Vom 14. VII bis 30. VIII wurden keine Exemplare bemerkt.

Am 30. VIII traten die ersten ausgewachsenen Exemplare auf. Vom 8. IX an nahmen sie rasch an Zahl zu und wurden am 29. und 30. IX zu Tausenden in die Station gebracht. Am 3., 6. und 7. X fanden sie sich in enormen Quantitäten, nahmen dann wieder an Zahl ab und waren nur an wenigen Tagen (10., 12., 13. X) noch in bedeutender Anzahl vorhanden. Alle diese Exemplare waren (wie im Jahre 1879) alte vegetative Zustände, die zum Theil schon im Begriff waren Schwärmer zu produciren. Die ausgewachsenen Kolonien fanden sich nur bis zur zweiten Hälfte des November. — Jugendliche Zustände, oft mit extracapsularen Körpern, wurden zuerst in einzelnen Exemplaren am 23. IX und 8. X gefunden. Im November kamen sie häufiger und im December sogar allein vor.

1883. Von Januar bis Mai fanden sich nur kleine Exemplare, häufig mit extracapsularen Körpern. Erst am 28. V und am 2., 4. und 12. VI traten sie in erheblicher Menge auf. Vom 12. VI—15. IX fehlten sie vollkommen.

Die ersten Exemplare traten erst wieder am 15. IX auf, und zwar waren es, wie im Vorjahre, nur grosse, ausgewachsene, zum Theil sogar in Schwärmerbildung begriffene Exemplare. Sie wurden in den nächsten Tagen häufiger und kamen am 25. IX in bedeutender Menge vor. In der ersten Hälfte des October waren sie wieder seltener, um vom 17.—22. X in sehr grossen Massen aufzutreten. Später fanden sich nur noch am 24. und 27. X, am 5. und 22. XI und am 30. XII ganz vereinzelte alte Kolonien. — Junge Exemplare wurden zuerst am 23. IX und 8. X bemerkt. Dann traten sie vom 24. X an häufiger auf und wurden am 18. und 31. XII in sehr grosser Anzahl gefischt. Dabei ist zu bemerken, dass sie in der Zeit vom 18. XI—23. XII niemals extracapsulare Körper besassen, während vorher und nachher dieser Entwicklungszustand besonders häufig war.

1884. Vom 1. I bis 1. VI fanden sich fast nur kleine Exemplare, häufig mit extracapsularen Körpern. Am 4. I, 2. und 11. IV kamen auch einzelne vegetative Formen vor, am 19. und 20. V sogar einige Exemplare mit Krystallen. Vom 2. VI—8. IX wurden keine Kolonien von *Collozoum inerme* bemerkt.

Erst am 8. IX gelangten sie wieder zur Beobachtung und wurden bald häufiger. Auch in diesem Jahre waren es zunächst alte vegetative oder in Schwärmerbildung begriffene Exemplare. Vom 22.—27. IX und am 3. und 4. X kamen sie in sehr bedeutender Menge vor. Später fanden sich bis zum 1. XI, sowie am 12. und 28. XII, nur noch einzelne alte Exemplare. — Die jungen Kolonien traten erst am 27. X auf und wurden im November häufiger. Im December fanden sie sich an mehreren Tagen in grosser Menge.

1885. Grössere vegetative Kolonien wurden nur am 22. und 23. I beobachtet, während Jugendzustände sich bis Anfang April häufig in grossen Mengen fanden. —

2. *Collozoum pelagicum* fand sich **1879** vom 7. XI an immer nur vereinzelt in sehr langen Exemplaren.

1882. Am 29. IX und 10. X wurden einige Exemplare bemerkt.

1883. Nur ein Exemplar am 19. X beobachtet.

1884. Alte, zum Theil mit Krystallen versehene Exemplare kamen vom 22—27. IX, am 3. und 27. X und am 7. XI zur Beobachtung. Ausserdem wurden am 27. X, sowie an mehreren Tagen des December einige junge Exemplare bemerkt.

1885. Im Januar fand sich ein vegetatives, im Februar ein mit Krystallen versehenes Exemplar. Jugendliche Kolonien, häufig mit extracapsularen Körpern, traten vom Januar bis Anfang April oft und zuweilen in ziemlich bedeutenden Mengen auf. —

3. *Collozoum fulvum* wurde erst **1884** gefunden, und zwar zuerst am 2. IV zu Hunderten. Am 22. IV kam ausser den am 2. allein vertretenen alten vegetativen Kolonien auch ein mit extracapsularen Körpern versehenes Exemplar vor. Am 7. und 16. V gelangten mehrere ausgewachsene Kolonien, zum Theil mit Krystallen, zur Beobachtung. In demselben Zustande waren einige Exemplare, die am 4. und 31. X gefischt wurden.

1885 wurde *C. fulvum* am 23. I und 17. II in vereinzelten Exemplaren, am 21. III in sehr grosser Menge gefischt. Fast sämmtliche Kolonien waren ausgewachsen; ein Theil von ihnen befand sich in der Schwärmerbildung. —

4. *Sphaerozoum punctatum* wurde **1879** fast nur in ausgewachsenen Exemplaren beobachtet. Die ersten Kolonien wurden am 27. IX bemerkt. Im October kamen sie häufig, im November und December seltener vor. Junge Kolonien gelangten in vereinzelten Exemplaren an einigen Tagen des October und des December zur Beobachtung.

1882. Vom 1. V—1. VI wurden häufig junge Kolonien, zuweilen auch einige ältere gefangen. In der Zeit vom 2. VI—22. VIII wurde nur am 4. VII eine kleine Kolonie beobachtet.

Am 22. VIII trat dann zunächst ein junges Exemplar auf und am 30. mehrere. Das erste ausgewachsene Exemplar wurde am 8. IX beobachtet. Ende September nahm die Anzahl der grossen Kolonien allmählich zu. Am 3., 7., 10—12. X wurde die Menge der ausgewachsenen, zum Theil in Schwärmerbildung begriffenen Exemplare sehr bedeutend; nachher verringerte sie sich wieder.

1883. Vom 1. I—12. VI wurden junge und alte Kolonien beobachtet. Im Februar und Anfang März fanden sich vorwiegend ausgewachsene Kolonien, und zwar an manchen Tagen in grosser Anzahl; im Mai und Juni herrschten die jungen Exemplare entschieden vor. Vom 12. VI—10. IX gelangten gar keine Qualster zur Beobachtung.

Die ersten Kolonien traten am 10. IX auf, und zwar zunächst in ausgewachsenen vegetativen Exemplaren. In der zweiten Hälfte des September wurden sie häufiger. Am 23. IX gesellten sich auch krystallführende Exemplare hinzu. Die Zahl der vegetativen und der in Schwärmerbildung begriffenen Exemplare war am 23. IX sehr bedeutend. Von diesem Tage an bis zum 17. X fanden sich nur vegetative ausgewachsene Formen. Vom 17.—22. X kamen

sowohl vegetative als fructificative Kolonien in sehr grosser Zahl vor. Die mit Krystallen versehenen Exemplare wurden darauf nur bis zum 15. XI beobachtet, während die vegetativen bis zum Ende des Jahres, aber immer ziemlich vereinzelt vorkamen. Junge Exemplare wurden vom 17. X—31. XII in mehreren Exemplaren gefangen.

1884. In der Zeit vom 1. I—1. VI kamen meist junge, seltener auch ausgewachsene Kolonien, nie aber solche mit Krystallen vor. Am 11. und 22. IV, sowie am 30. V waren die jungen Exemplare in grosser Anzahl vorhanden. Am 10. VII trat ein grosser Schwarm ausgewachsener Kolonien auf, und am 13. VIII wurden einige junge Qualster bemerkt.

Am 8. IX traten dann wieder ausgewachsene Kolonien auf, und zwar wieder zunächst in vegetativen, vom 23. IX an auch in fructificativen Exemplaren. Am 23. und vom 25—27. IX war die Anzahl der alten Exemplare ziemlich bedeutend; ebenso am 3., 4., 27. und 31. X, sowie am 1. XI. Darauf gelangten bis zum Ende des Jahres nur noch vereinzelte, vegetative oder fructificative Exemplare zur Beobachtung.

1885 fanden sich bis Mitte Februar fast ausschliesslich ausgewachsene Exemplare, später vorwiegend junge Zustände. Die Menge der Kolonien, die an einem Tage gefischt wurden, war nie grösser als 20. —

5. *Sphaerozoum neapolitanum* wurde **1879** vom 7. XI—12. XII nur an einigen Tagen in ausgewachsenen, zum Theil mit Krystallen versehenen Exemplaren beobachtet.

1882. Vom 7. V—1. VI kamen vereinzelte Kolonien vor, und zwar sowohl junge als alte vegetative, als auch fructificative Zustände vor.

Darauf wurden erst wieder am 30. VIII und im September einige ältere Exemplare mit oder ohne Krystalle beobachtet.

1883. Am 17. und 18. V und am 9. VI fanden sich einzelne junge Qualster, zum Theil mit extracapsularen Körpern.

Alte zum Theil mit Krystallen versehene Exemplare gelangten vom 15. IX—24. XII zur Beobachtung. In grösserer Anzahl kamen sie nur am 24. und 25. IX und vom 19.—22. X vor. Im November und December waren sie selten. Junge Kolonien, zuweilen mit extracapsularen Körpern, wurden am 17. X und 6. XI gefunden.

1884. Im Januar, Februar und April kamen an einigen Tagen ältere vegetative Exemplare vor. Am 30. IV fand sich wieder ein kleines Exemplar mit extracapsularen Körpern. Vom 8.—19. V wurden an einigen Tagen ausgewachsene Kolonien mit oder ohne Krystalle beobachtet; am 19. waren sogar die krystallführenden Exemplare recht häufig.

Sie traten dann erst wieder am 15. XI auf. Zuerst fand sich ein kleines Exemplar. In den nächsten Tagen kamen ältere vegetative, und etwas später auch mit Krystallen versehene Kolonien vor. Am 23. und 25. IX waren die alten Exemplare ziemlich häufig. Im October fanden sie sich weniger oft und erreichten nur am 30. X und 1. XI eine grössere Anzahl. Im November und December kamen sie meist nur vereinzelt vor und waren nur am 11. und 12. XII häufig. Am 15. X wurde ein junges Exemplar mit extracapsularen Körpern bemerkt.

1885 gelangte nur ein Exemplar am 24. I zur Beobachtung. —

6. *Sphaerozoum acuferum* wurde **1879** am 20. X und an einigen Tagen des November und December in vereinzelten Exemplaren gefangen.

1882 gelangte die Species nur am 6. X in einigen Exemplaren zur Beobachtung.

1883 wurde das erste vegetative Exemplar am 27. IX bemerkt. Im October und December fanden sie sich an 14 Tagen, jedoch immer nur in vereinzelten Exemplaren. Junge Exemplare wurden an einigen Tagen des November und December bemerkt.

1884. An mehreren Tagen des März und April kamen alte vegetative Kolonien, am 30. IV und 1. und 3. V auch einige junge Exemplare vor. Ausserdem wurde am 13. VIII eine junge Kolonie beobachtet.

Endlich fanden sich noch am 15. X einige junge, und am 27. X sowie an einigen Tagen des December mehrere alte Kolonien.

1885 traten nur am 8. I einige junge, am 23. I mehrere ausgewachsene Exemplare auf. —

7. *Myxosphaera coerulea.* **1879.** Vom 28. IX—2. XII wurden farblose oder blaue alte Exemplare bemerkt. Im October waren sie an einigen Tagen sehr zahlreich vertreten.

1882. Die ersten Exemplare wurden am 30. VIII beobachtet. Im September und October sowie in den ersten Tagen des November fanden sie sich fast stets, jedoch nur am 3., 10. und 12. X in grösseren Mengen. In der zweiten Hälfte des November und im December wurden sie nicht mehr bemerkt.

1883. Sie traten am 8. IX zuerst auf, kamen schon am 9. in ziemlich beträchtlicher, darauf in geringerer Menge vor. Vom 17.—21. IX fanden sie sich wieder in sehr bedeutenden Quantitäten, ebenso Ende September und vom 19.—22. X. Später wurden sie nur noch einmal am 5. XI zahlreich und verschwanden am 22. XI gänzlich.

1884. Am 4. I kam ein blaues Exemplar zur Beobachtung. Ausserdem wurden an einigen Tagen des Februar, März, April und Mai vereinzelte Jugendformen beobachtet, die wahrscheinlich zu *Myxosph. coerulea* gehören. Im Sommer kamen keine Exemplare vor. — Sie traten erst wieder am 8. IX auf und fanden sich am 16. und vom 23.—27. IX, sowie am 3. und 4. X in sehr bedeutender Quantität. Am 1. XI gelangten die letzten zur Beobachtung. —

8. *Collosphaera Huxleyi* gelangte **1879** zuerst am 20. X und darauf an mehreren Tagen des November und December zur Beobachtung, und zwar fast nur in Schwärmer producirenden Exemplaren. Junge Kolonien wurden nur ganz vereinzelt gefunden.

1882. Kleine Exemplare kamen vom 1.—12. V ziemlich häufig vor. Darauf fehlte die Species gänzlich bis zum 26. XI.

Am 26. XI traten die ersten mit blauem Pigment versehenen (also in Schwärmerbildung begriffenen) Exemplare auf. Auch im December kamen Kolonien mit blauen Nestern vor. Daneben fanden sich zarte, kleine Kolonien mit jungen Nestern, die nur zum Theil mit einer Gitterschale versehen waren.

1883. Von Januar bis Ende Mai fanden sich sehr junge und ältere vegetative Stadien

an manchen Tagen des Februar und März in reichlicher Menge. Blaue, in Schwärmerbildung begriffene Exemplare kamen am 12. VI in beträchtlicher Anzahl vor. Im Sommer fehlte die Species gänzlich.

Am 10. IX wurde zuerst wieder eine sehr junge Kolonie bemerkt. Dieselben kamen bis Ende December stets vereinzelt im Tiefenauftrieb vor. Vom 17. IX an fanden sich auch alte, meist in Schwärmerbildung begriffene Exemplare bis zum 31. XII vor. Häufig waren Kolonien mit blauen Nestern am 25. IX, 20.—22. X und 18. XII.

1884. Vom 1. I bis 1. VI kamen junge Exemplare vor. Häufiger waren dieselben nur an einigen Tagen des Januar und April, besonders am 11. IV. Ausserdem fanden sich vom 1. I—3. V auch alte, meist blaue Exemplare. Am 2. und 3. IV kamen sie in sehr bedeutender Anzahl vor. Während des Sommers wurde nur am 13. VIII eine junge und eine alte vegetative Kolonie bemerkt.

Am 8. IX traten junge und alte Exemplare auf. Die ersteren kamen bis zum Ende des Jahres meist vereinzelt, nur am 30. X und 25. XI in zahlreichen Exemplaren vor. Die alten, meist in Schwärmerbildung begriffenen Kolonien waren vom 22.—27. IX, sowie am 3. und 31. X und am 1. XI recht häufig. Auch an mehreren Tagen des December, so am 12., 15. und 16., fanden sie sich in grösserer Menge.

1885. Vom Januar bis Anfang April war *Collosph. Huxleyi* die einzige Sphaerozoëe, welche zahlreich und ziemlich regelmässig im Golfe anzutreffen war. Es fanden sich alle Altersstufen neben einander. In sehr bedeutender Menge traten sie, in Gesellschaft von *Acrosph. spinosa* und *C. fulvum*, am 21. III, und zwar meist in fructificativen Exemplaren auf. —

9. *Acrosphaera spinosa* wurde **1879** am 22. und 30. XI, sowie am 1. XII in einzelnen vegetativen Exemplaren beobachtet.

1882 fanden sich Anfang Mai einzelne Exemplare.

1883 wurde am 22. I und am 19. XII je eine Kolonie bemerkt.

1884 kamen am 4. I, 16. II, 2. III, 22. IV einzelne, am 2. und 3. IV aber sehr viele, meist in Schwärmerbildung begriffene Exemplare vor. Im Herbst wurden gar keine Exemplare gefunden.

1885. Vom 29. I—3. II fanden sich an mehreren Tagen einzelne alte, vom 17. II an auch junge Kolonien. Ende Februar und Anfang März wurden die Kolonien dieser Species, namentlich die alten Exemplare, häufiger. Schliesslich trat am 21. III ein sehr grosser Schwarm auf, der sich ähnlich wie der Radiolarienschwarm des 2. und 3. IV 1884 zusammensetzte und ausserordentlich viele ausgewachsene vegetative oder fructificative Kolonien von *Acrosph. spinosa* enthielt.

10. *Siphonosphaera tenera* kam (wie das nachträgliche Studium der Präparate ergab) **1879** am 1. und 17. XII in vereinzelten jungen Exemplaren vor. **1882** und **1883** wurde die Species nicht bemerkt. — **1884** fanden sich vom 16. IX—3. X im Ganzen 50 alte, meist mit Krystallen versehene Exemplare.

Wenn man die Gesammtmenge der einzelnen Species, welche ich in den verschiedenen Jahren beobachtet habe, berücksichtigt, so ist *C. inerme* als die häufigste Radiolarie des Golfes zu bezeichnen. *Myxosph. coerulea* und *Sph. punctatum* stehen dieser Species an Häufigkeit nur wenig nach. Darauf folgen *Collosph. Huxleyi* und *Sph. neapolitanum*. Seltener sind *C. pelagicum*, *Acrosph. spinosa* und *Sph. acuferum*. Nur vereinzelt gelangten zur Beobachtung *C. fulvum* und *Siphonosph. tenera*. In der Hauptsaison der verschiedenen Beobachtungsjahre waren am häufigsten:

1879 IX. X. *C. inerme*, demnächst *Myxosph. coerulea* und *Sph. punctatum*

1882 IX. X. *C. inerme*, demnächst *Sph. punctatum*, *Myxosph. coerulea* und *Sph. neapolitanum*

1883 IX. *Myxosph. coerulea*, demnächst *Sph. punctatum*, *C. inerme* und *Sph. neapolitanum*

\- X. *Sph. punctatum*, demnächst *Sph. neapolitanum*, *C. inerme* und *Myxosph. coerulea*

1884 IX. X. *Myxosph. coerulea*, demnächst *C. inerme*, *Collosph. Huxleyi* und *Sph. punctatum*.

Die übrigen Arten fehlten oder waren nur in vereinzelten Exemplaren vorhanden. — Eine Zusammenfassung der im Vorstehenden mitgetheilten Thatsachen ergiebt Folgendes:

Collozoum inerme, *Myxosph. coerulea* und *Sph. punctatum*, die drei häufigsten Sphaerozoëen des Golfes, treten gewöhnlich gleichzeitig Ende August oder Anfang September auf, und zwar stets in ausgewachsenen oder fast ausgewachsenen Exemplaren mit mehr oder weniger deutlichen Anzeichen beginnender Schwärmerbildung. Sie nehmen rasch an Menge zu und erreichen entweder Ende September oder im October ihr Häufigkeitsmaximum. Im November verschwinden die alten Kolonien der beiden ersten Species allmählich und kommen bis zum Herbste des nächsten Jahres fast gar nicht mehr vor. (Es wurden ganz vereinzelte ältere vegetative Zustände von *C. inerme* am 30. XII 1883, 12. und 17. XII 1884, 4. I, 2., 11. IV, 19., 20. V 1884, 22. und 23. I 1885 und am 4. VII 1882 gefunden. Nur die Exemplare vom 19. und 20. V 1884 waren z. Th. in Schwärmerbildung begriffen, die übrigen waren sämmtlich noch weit davon entfernt. Ausserdem wurde am 4. I 1884 eine blaue *Myxosph. coerulea* beobachtet.) *Sph. punctatum* dagegen kommt auch in den Winter- und Frühjahrsmonaten (vom December bis Anfang Juni) im ausgewachsenen Zustande vor und stimmt in dieser Hinsicht mit *Collosph. Huxleyi* überein. Wie die übrigen koloniebildenden Radiolarien fehlt auch *Sph. punctatum* während der Sommermonate fast vollständig. Eine Ausnahme bildet der Schwarm vom 10. VII 1884. Junge Exemplare von *C. inerme* finden sich vom September resp. October an bis Anfang Juni häufig, während die von *Sph. punctatum* viel seltener sind.

Collosphaera Huxleyi und *Sph. neapolitanum* treten nicht immer gleichzeitig mit den drei anderen Arten auf, sondern zuweilen (1879, 1882) später. Ausserdem ist ihre Anzahl gewöhnlich eine viel geringere, als die der drei anderen Species. *Collosph. Huxleyi* findet sich vom Herbste bis zum Frühjahr (bis Anfang Juni) in allen Entwicklungszuständen. *Sph. neapolitanum* kommt von Mitte oder Ende November an meist nur noch ganz vereinzelt in grossen Exemplaren vor. Junge Entwicklungszustände dieser Species (mit extracapsularen Körpern) wurden nur im Frühjahr und Herbst beobachtet.

Die übrigen Arten treten zu selten auf, als dass über ihr Vorkommen etwas Allge-

meines ausgesagt werden könnte. *Acrosph. spinosa*, die im allgemeinen nur sehr selten vorkam, fand sich am 2. und 3. IV 1884 und am 21. III 1885 in kolossalen Mengen. —

Aus dieser kurzen Uebersicht geht sofort hervor, dass das Vorkommen der verschiedenen Sphaerozoëen in hohem Grade von den Jahreszeiten abhängig ist. Der Frühling ist allerdings verhältnissmässig wenig markirt; dafür giebt sich die Verschiedenheit des Einflusses der drei anderen Jahreszeiten auf das Auftreten der Radiolarien um so deutlicher kund.

Der Herbst beginnt für die Sphaerozoëen des Golfes schon Ende August oder Anfang September und dauert bis Mitte oder Ende November. Diese Jahreszeit ist die Hauptsaison für die koloniebildenden Radiolarien. Alle häufigeren Species kommen in derselben in ausgewachsenen, grossentheils sogar schon in fructificativen Exemplaren vor. Ganz besonders häufig sind sie Ende September und im October. Auch die im allgemeinen seltneren Arten erscheinen in dieser Zeit verhältnissmässig am häufigsten. Eine Ausnahme hiervon machen *C. fulvum* und *Acrosph. spinosa*, welche vorzugsweise im Winter beobachtet wurden. Ende September oder im October treten auch Jugendzustände auf und werden im November immer zahlreicher.

Der Winter (December bis April) unterscheidet sich von dem Herbste zunächst sehr auffallend durch das gänzliche oder doch nahezu vollständige Fehlen von älteren Entwicklungsstadien des *C. inerme* und der *Myxosph. coerulea*, sowie der seltneren Arten *C. pelagicum* und *Siphonosph. tenera*. Skeletlose Jugendzustände, die meist der Gattung *Collozoum* angehören, finden sich jedoch recht zahlreich während des ganzen Winters und sind sogar während dieser Zeit gewöhnlich häufiger als im Herbste. Ausserdem kommen stets ausgewachsene Exemplare von *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi* vor. Seltener gelangen grosse Kolonien von *Sph. acuferum*, *Sph. neapolitanum* und *Acrosph. spinosa* zur Beobachtung. Als durch starken Scirocco am 1. und 2. IV 1884 ein ungeheurer Radiolarienschwarm in den Golf getrieben wurde, fanden sich in demselben nur die auch sonst im Winter beobachteten Formen, nämlich von grossen Kolonien: *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa*, beide in kolossaler Menge; ferner zahlreiche *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum* und *C. fulvum*, sowie ein mässig grosses Exemplar von *C. inerme*. Am 21. III 1885 trat ein Schwarm von ganz ähnlicher Zusammensetzung im Golfe auf. Derselbe enthielt ausserordentlich zahlreiche Kolonien von *Acrosph. spinosa*, beinahe ebenso viele Exemplare von *Collosph. Huxleyi*, zahlreiche *C. fulvum* und einzelne Vertreter anderer Species (*Sph. punctatum* u. s. w.).

Der Frühling ist nicht so deutlich vom Winter abgesetzt, wie der Herbst. Er beginnt für die Sphaerozoëen etwa Ende April und dauert bis Anfang oder Mitte Juni. In dieser Zeit traten einige in Schwärmerproduction begriffene Exemplare von *C. inerme* und *Sph. neapolitanum* auf, welche im Winter stets vollkommen fehlten; ausserdem waren in dieser Jahreszeit die Jugendformen viel häufiger und mannigfacher als in anderen.

Der Sommer endlich (Anfang oder Mitte Juni bis Ende August) zeichnet sich durch das fast vollständige Fehlen der jungen wie der alten Kolonien aus. Die vereinzelten Ausnahmefälle sind oben angeführt und in den Curven der Taf. 8 zum Ausdruck gebracht.

II. Einwirkung verschiedener Lebensbedingungen.

Die oben geschilderte eigenthümliche Art des Auftretens der Sphaerozoëen kann entweder durch die Verhältnisse, denen die pelagischen Thiere ausgesetzt sind, bedingt sein, oder aber wir haben die Gründe dafür in den Sphaerozoëen selbst zu suchen. Von den äusseren Einflüssen, welche bestimmend auf das Vorkommen der flottirenden pelagischen Thiere einwirken können, will ich besonders hervorheben: 1. Zusammensetzung des Meerwassers, 2. Licht, 3. Temperatur, 4. Bewegung des Wassers.

1. Zusammensetzung des Meerwassers.

Die Sphaerozoëen zeigen eine grosse Empfindlichkeit gegenüber den Veränderungen des Salzgehaltes. Das Wasser, welches in den Becken der zoologischen Station circulirt, besitzt (trotz häufiger Erneuerung) in Folge der allmählichen Verdunstung an der Oberfläche stets einen etwas grösseren Salzgehalt, als das Wasser von der Oberfläche des Golfes. Sphaerozoëen, die aus dem Meerwasser, in welchem sie gefangen waren, in filtrirtes Meerwasser der Station gesetzt wurden, starben meist schon nach 6—10 Tagen, wenn sie nicht vorher in Schwärmer zerfallen waren. Sie starben noch früher, wenn das Glas, in dem sie sich befanden, nur mit einem Stück trocknen Filtrirpapiers zugedeckt war, so dass zwar das Hineinfallen von Staub, nicht aber das Verdunsten des Wassers und die Zunahme des Salzgehaltes verhindert wurde. Dagegen konnten manche Sphaerozoëen 6 Wochen lang am Leben erhalten werden, indem sie in filtrirtes Meerwasser, das kurz vorher dem Golfe entnommen war, gesetzt, und das Gefäss gut verschlossen wurde. Versüssung des Wassers ist den Radiolarien ebenso wenig zuträglich, wie Zunahme des Salzgehaltes. Wenn man Sphaerozoëen in eine Mischung von Seewasser mit etwas Süsswasser bringt, so sterben sie schon nach einigen Stunden. Enthält die Mischung etwa ⅓ Süsswasser, so erfolgt der Tod der Kolonien schon binnen wenigen Minuten[1]). Eine nennenswerthe Ab- oder Zunahme des Salzgehaltes erfährt das Meerwasser im Golfe nicht. Die Süsswasserzuflüsse (Sebeto und Sarno) sind im Vergleich zu der gewaltigen Wassermasse des Golfes zu gering, als dass sie eine Verminderung des Salzgehaltes veranlassen könnten. Für das Vorkommen der Sphaerozoëen im Golfe kann also die Empfindlichkeit dieser Thiere gegen die procentische Zusammensetzung nur von sehr untergeordneter Bedeutung sein, dagegen wird dieser Umstand auf die geographische Verbreitung der koloniebildenden Radiolarien einen grossen Einfluss ausüben.

Fast ebenso empfindlich wie gegen Verminderung oder Vermehrung des Salzgehaltes sind die Sphaerozoëen gegen Verunreinigungen des Wassers, wie sie z. B. durch das Verwesen von abgestorbenen Thieren hervorgerufen werden. Wenn man Sphaerozoëen und andere Radiolarien längere Zeit am Leben erhalten will, so hat man sie zu isoliren und in filtrirtes Meerwasser zu setzen, weil sie bei Gegenwart von abgestorbenen und verwesenden Organismen

1) Genauere Messungen werden zu entscheiden haben, bis zu welchem Grade die Sphaerozoëen eine Verminderung oder Vermehrung des Salzgehaltes zu ertragen vermögen.

— sei es durch die Einwirkung der bei diesen Fäulnissprocessen sich bildenden, im Wasser löslichen Stoffe, sei es in Folge der starken Entwicklung von Schizomyceten und anderen bei Fäulniss auftretenden Organismen — schnell zu Grunde gehen. Diese Empfindlichkeit gegen Verunreinigungen des Wassers ist jedenfalls auch der Grund dafür, dass in der Nähe der Stadt Neapel sich in dem Meerwasser keine Radiolarienkolonien finden. Die Kloaken der Stadt münden bekanntlich sämmtlich in das Meer, so dass bei Neapel die ganze Küste von einem trüben schmutzigen Streifen umsäumt wird[1]). Bei Sorrent und Capri dagegen, wo die Masse der ins Meer gelangenden Auswurfsstoffe verhältnissmässig nur sehr gering ist, finden sich, wie ich im Gegensatze zu J. Müller hervorheben muss, auch in unmittelbarer Nähe des Landes und in seichtem Wasser Radiolarien.

2. Licht.

Der tägliche Wechsel von Licht und Dunkelheit ist für das Vorkommen der koloniebildenden Radiolarien ganz ohne Bedeutung. Die Sphaerozoëen führen nicht, wie zahlreiche andere pelagische Thiere, eine nächtliche Lebensweise, sondern finden sich ebenso gut beim grellsten Sonnenscheine an der Oberfläche des Meeres. Das Fehlen im Sommer kann nicht etwa damit in Zusammenhang gebracht werden, dass in dieser Jahreszeit die Intensität des Lichtes am bedeutendsten ist; denn abgesehen davon, dass im September auch bei wolkenlosem Himmel und zur Mittagszeit die Sphaerozoëen oft in kolossaler Menge an der Meeresoberfläche zu finden sind, fehlen die Sphaerozoëen bei Nacht und bei bewölktem Himmel im Sommer ebenso gut wie am Tage. Die wenigen Ausnahmen, welche ich bisher von der Regel, dass im Sommer die Sphaerozoëen im Golfe fehlen, constatiren konnte, beobachtete ich zufälliger Weise stets an sehr schönen und vollkommen hellen Tagen. Ferner habe ich Beweise dafür (s. unten p. 117), dass in anderen Theilen des Mittelmeeres sich im Juli und August zahlreiche Sphaerozoëen finden, trotzdem die Lichtverhältnisse dort jedenfalls ebenso sind wie im Golfe. Endlich habe ich mich (**25** p. 288) durch Versuche davon überzeugt, dass selbst bei stundenlanger Einwirkung direkten Sonnenlichtes die Kolonien sich nicht zu Boden senken, sobald man nur jede Erschütterung und Erwärmung des Wassers vermeidet. Aus allen diesen Gründen muss ich die oben citirte Angabe von Geddes für vollkommen unrichtig erklären und bestreiten, dass die Radiolarien das Licht fliehen. Selbst die Extreme in der Beleuchtung haben keinen Einfluss auf die verticale Verbreitung der Sphaerozoëen.

3. Temperatur.

Der Wechsel der Tageszeiten hat keinen nennenswerthen Einfluss auf das Vorkommen der Sphaerozoëen; dagegen geht aus der oben angegebenen Art des Auftretens dieser Radio-

1) Versuche ergeben, dass in verunreinigtem Wasser die Gallertoberfläche der Sphaerozoëen klebrig wird, so dass allerlei Fremdkörper an ihr haften bleiben. Theils durch die zahlreichen Fremdkörper beschwert, theils auch in Folge der immer weiter gehenden Veränderung der Gallerte sinken die Kolonien schliesslich unter und gehen zwischen den am Grunde angehäuften, verwesenden Körpern zu Grunde.

larien deutlich eine grosse Abhängigkeit vom Wechsel der Jahreszeiten hervor. Der Einfluss der Jahreszeiten auf das Vorkommen der Sphaerozoëen im Golfe geht sogar so weit, dass bei spätem Beginn der heissen Jahreszeit die Sphaerozoëen länger als sonst im Golfe zu finden sind, und dass im Herbst die Sphaerozoëen um so früher wieder erscheinen, je frühzeitiger die Regengüsse eingetreten sind. Der ungewöhnlich lange Sommer des Jahres 1879 hatte ein spätes Erscheinen der Sphaerozoëen, der um mehr als einen Monat kürzere Sommer 1884 ein sehr viel früheres Auftreten dieser Thiere zur Folge. Diese Thatsachen machen es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Sphaerozoëen in ihrer Verbreitung durch die Temperatur direct beeinflusst werden. Um hierüber Gewissheit zu erlangen, nahm ich bei gelegentlichen Ausfahrten Temperaturmessungen vor, und zwar meist im mittleren Theile des Golfes, und veranlasste, dass auch der Auftriebfischer der Station (Ciro) zuweilen die Temperatur der Meeresoberfläche feststellte. Für die graphische Darstellung der bisher erzielten Resultate (Taf. 8) verwendete ich ausserdem die Angaben von Semmola[1]) und die Notizen, welche mir Herr Prof. Berthold freundlichst zur Verfügung gestellt hat. Die bisherigen Feststellungen reichen trotz ihrer grossen Lückenhaftigkeit für die Entscheidung der Frage, ob das Erscheinen der pelagischen Thiere im Golf von der Temperatur der Meeresoberfläche abhängig ist oder nicht, vollkommen aus, so dass ich keinen Anstand nehme, sie im Nachstehenden[2]) mitzutheilen.

Januar	9. I 1880 (S.)	14,3° C.	Februar	10. II 1885	13,8° C.
	10. - - (S.)	14,3°	März	4. III 1880 (S.)	14,0°
	21. - - (S.)	13,2°		2. III 1885	13,8°
	6. I 1883	16°		10. - -	14,4°
	22. - -	15,3°	April	2. IV 1884	14,8°
	30. - -	15°		11. - -	16°
	6. I 1884	14,5°		12. - -	15,6°
	11. - -	15°	Mai	24. V 1883	19,4°
	17. - -	14°		12. V 1884	19,2°—20,2°
	9. I 1885	14,8°	Juni	5.—13. VI 1879 (S.)	22—23°
	26. - -	14°		4. VI 1883	22,2°
Februar	3. II 1880 (S.)	13,3°		19. - -	20,2°
	5. - - (S.)	13,3°		1. VI 1884	21,2°
	10. II 1881 (B.)	15°	Juli	10. VII 1884	25,2°
	15. II 1883	14,15°	August	11. VIII 1879 (S.)	26°
	11. II 1884	13,5°		13. - - (S.)	26,7°

1) Semmola, Sulla Temperatura delle Acque del Golfo di Napoli al variar delle Stagioni. (Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento, Vol. 1. N. 9. 1881.)

2) In der Uebersicht bedeutet B, die Messungen sind von Berthold, S, sie sind von Semmola ausgeführt. An einigen Tagen, z. B. am 12. V 1884, wurde die Temperatur an verschiedenen Stellen der Oberfläche des Golfes gemessen. Die Differenz war stets nur gering und betrug selten etwas mehr als 1°, also etwa ebenso viel, wie nach Semmola die tägliche Verschiedenheit der Meerestemperatur, an derselben Stelle gemessen, ausmacht. (Sulla Variazione diurna di Temperatura delle Acque del Golfo di Napoli. 1882. Jan.)

August	19.	VIII	1879 (S.)	26,4° C.	October	10. X 1882	22,6—23° C.
	25.	-	- (S.)	26,7°		12. X 1883	19,8—20,7°
	26.	-	- (S.)	27,2°		17. - -	19,8—20,4°
	28.	-	- (S.)	26,7°		19. - -	20,4°
	26.	VIII	1880 (B.)	25,5°		26. - -	19,6°
	31.	-	- (B.)	25,6°		18. X 1884	20,4°
	4.	VIII	1883	25°		19. - -	20,4°
	24.	-	-	26,5°		29. - -	19,6°
	13.	VIII	1884	26,2°	November	3. XI 1880 (B.)	19,5°
September	23.	IX	1880 (B.)	23,75°		15. - - (B.)	17,3°
	19.	IX	1883	23°		1. XI 1882	21°
	21.	-	-	23°		6. XI 1883	19°
	26.	-	-	23°		15. - -	18,4°
	10.	IX	1884	23°		17. XI 1884	17,6°
	16.	-	-	22,6°	December	21. XII 1880 (B.)	17°
	21.	-	-	22,3°		1. XII 1883	17°
October	8.	X	1879 (S.)	22,7—23,2°		6. XII 1884	15,9°
	9.	-	- (S.)	22,8—22,9°		16. - -	15,6°
	29.	-	- (S.)	18,8—19,3°		27. - -	14,8°
	6.	X	1882	21—22°			

Ich habe früher (**25**, p. 287) im Anschlusse an Häckel die Ansicht ausgesprochen, dass das Fehlen der Sphaerozoëen während der Sommermonate durch die zu grosse Erwärmung der Meeresoberfläche im Golfe bedingt sei. Inzwischen habe ich sowohl die Temperaturverhältnisse des Golfes, als auch die Vertheilung der Sphaerozoëen besser kennen gelernt und muss jetzt die Ansicht, dass die Temperatur einen direkten Einfluss auf das Vorkommen oder Fehlen der koloniebildenden Radiolarien im Golfe hat, fallen lassen.

Gegen die Ansicht, dass die Radiolarien wegen zunehmender Temperatur in die Tiefe sich zurückziehen und deshalb im Sommer nicht im Golfe gefunden werden, ist Folgendes geltend zu machen: Vergleicht man zunächst die Temperaturen zur Zeit des Verschwindens und des Wiederauftretens, so ergiebt sich, dass beim Wiederauftreten (Ende August oder Anfang September) die Meeresoberfläche des Golfes stets wärmer ist, als Anfang Juni beim Verschwinden. So wurden im Frühjahr 1883 die letzten Sphaerozoëen am 12. VI bei circa 22° C. beobachtet, während die ersten Kolonien im Herbst (8. IX. 83) bei einer Temperatur von mindestens 25° wieder auftraten. Im Jahre 1884 verschwanden die Sphaerozoëen am 1. VI bei circa 21,2°, und traten wieder auf am 8. IX bei etwa 23,2°. 1882 habe ich keine Temperaturmessungen gemacht; doch wird in diesem Jahre die Differenz der Temperatur vom 1. VI und dem 30. VIII mindestens ebenso gross oder noch grösser gewesen sein als 1884. — Wenn wirklich die Sphaerozoëen Anfang Juni in Folge der zu starken Erwärmung der Meeresoberfläche verschwänden und sich in kühlere Tiefen zurückzögen, so müssten sie im Herbste

frühestens Ende September oder gar erst im October auftreten und müssten sich im Hochsommer im »Tiefenauftrieb« finden. Es war aber weder das eine noch das andere der Fall. Die Sphaerozoëen warteten nicht, bis das Meerwasser sich wieder auf 21—22° abgekühlt hatte, sondern traten schon bei einer verhältnissmässig sehr hohen Temperatur auf. Ausserdem waren alle Bemühungen, die Sphaerozoëen in 20—40 Meter Tiefe mit dem Schwebnetz zu fangen, erfolglos. Noch mehr spricht gegen den direkten Einfluss der Wärme auf die Vertheilung der Sphaerozoëen das allerdings nur sporadische Auftreten in der heissesten Zeit, im Juli und August. Als am 10. VII 84 der grosse Schwarm von *Sph. punctatum* auftrat, betrug die Temperatur an der Meeresoberfläche 25,2°, und am 13. VIII 84, als verschiedene junge Sphaerozoëen sich fanden, sogar 26,2°. Ausserdem kommen in verschiedenen Theilen des Mittelmeeres zahlreiche ausgewachsene Kolonien verschiedener Species auch im Sommer vor. Herr Dr. Hatschek theilte mir mit, dass er von Mitte Juli bis Mitte August 1882 sehr zahlreiche Collozoen u. s. w. in der Strasse von Messina beobachtet habe. Ebenso kamen nach Beobachtungen von Herrn Dr. Chun im August 1882 zahlreiche Sphaerozoëen im freien Meere zwischen Gibraltar und Neapel vor. Endlich hat Herr Lieutenant Colombo bei Gelegenheit einer wissenschaftlichen Expedition des »Washington« zahlreiche Exemplare von *C. inerme*, *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* am 7. VIII 83 zwischen Sardinien und den Balearen (Lat. 38° 38′ N., Long. 6° 42′ E. G.) gesammelt und mir zur Untersuchung überlassen. Die Temperatur der Meeresoberfläche betrug 24,3°. Von den verschiedenen Fahrten des »Washington« liegen mir ausserdem genaue Messungen der Oberflächentemperatur während des August vor, nach denen in dieser Zeit die Oberfläche auch im Mittelmeer um mehrere Grade (die höchste Temperatur betrug 26,1° C.) wärmer ist, als die Oberfläche des Golfes Anfang Juni. Daraus geht mit Bestimmtheit hervor, dass die Sphaerozoëen nicht durch die Wärme von der Oberfläche des Golfes vertrieben werden.

Ebenso wenig kann man das relativ spärliche Auftreten der Sphaerozoëen in der kältesten Zeit (Ende Januar bis Anfang März) als Beweis dafür anführen, dass die niedrige Temperatur von 13—14 oder 15° den Sphaerozoëen nicht zuträglich sei. Ende Februar und Anfang März 1883, also etwa zur Zeit der niedrigsten Temperatur, waren *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi* häufiger als im Januar und in der zweiten Hälfte des März im Golfe zu finden. Als der mehrfach erwähnte grosse Radiolarienschwarm am 2. IV 1884 im Golfe auftrat, betrug die Temperatur der Oberfläche 14,8°. —

Noch deutlicher als diese Beobachtungen zeigen Experimente, dass die Sphaerozoëen weder durch Abkühlung des Wassers auf 13°, noch durch Erwärmung auf 27° zum Sinken gebracht werden, dass also die Temperatur keinen Einfluss auf die verticale Verbreitung der Sphaerozoëen im Golfe ausübt[1]).

Ich habe schon früher (**25** p. 288) angegeben, dass Kolonien von *C. inerme* bei Erwärmung des Wassers auf 30° sich zu Boden senken. Spätere Versuche, die ich mit je

1) Dasselbe gilt für die im ganzen Mittelmeergebiete vorkommenden Sphaerozoëen, denn die Temperatur der Oberfläche sinkt im Mittelmeere im Winter höchstens bis 13° und steigt im Sommer bis 26°.

einer jungen Kolonie von *C. inerme* und *C. fulvum*, 4 ausgewachsenen Exemplaren von *Collosph. Huxleyi* und 2 grossen Kolonien von *Sph. punctatum* anstellte, ergaben folgende Resultate:

Die beiden jungen Kolonien sanken zu Boden, als das Wasser auf dem Wasserbade bis auf 29 resp. 30° erwärmt war. Bei der Untersuchung zeigte sich, dass die Vacuolen stark zusammengeschrumpft und die Pseudopodien sämmtlich zu grossen und kleinen Tropfen zusammengezogen waren. Nach weiterer Erwärmung bis 35° waren sie beide todt. 24 Stunden später waren zwar die Individuen innerhalb der Kolonie regelmässig vertheilt; Lebenserscheinungen wurden jedoch nicht mehr an ihnen wahrgenommen.

Die Collosphaeren und Sphaerozoen blieben bei einer Erwärmung auf 32° resp. 35° an der Oberfläche, jedoch nur, weil sie durch anhaftende Luftblasen schwebend erhalten wurden. Zwei Collosphaeren, die bei 30° schon fast vollkommen untergesunken waren, wurden durch aufsteigende Luftblasen, die an ihrer Gallerte festklebten, wieder zum Aufsteigen gebracht. Alle 6 Kolonien sanken zu Boden, als während der Abkühlung des Wassers die Luftblasen wieder vom Wasser absorbirt wurden. Zwei von den Collosphaeren waren bis 35° erwärmt worden und liessen nach der Abkühlung keine Lebenszeichen mehr erkennen. Die beiden anderen Collosphaeren und die Sphaerozoen waren nur bis 32° erwärmt und etwa 2 Stunden auf dieser Temperatur erhalten worden. Sie zeigten bald nach dem Versuche keine Pseudopodien mehr, sondern nur unregelmässige Klumpen von Rindensubstanz. Am folgenden Tage bemerkte ich bei einer *Collosphaera* einige feine Pseudopodien; die übrigen drei Kolonien schienen todt zu sein.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Sphaerozoëen bei einer Erwärmung des Wassers auf etwa 30° untersinken und bei weiterer Erwärmung bald absterben. Die auf 35° erwärmten Kolonien waren sicher todt; bei den auf 32° erwärmten war das Resultat zweifelhaft.

Ausserdem suchte ich zu ermitteln, wie gross die Abkühlung des Wassers sein muss, um die Sphaerozoëen zum Sinken zu bringen. Gefässe, welche mehrere grosse Kolonien von *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*, je ein Exemplar von *C. pelagicum* und *Sph. neapolitanum* und eine *Thalassicolla nucleata* enthielten, wurden mit Schnee umgeben und so allmählich abgekühlt.

Die 8 *Collosphaera*-Kolonien sanken bei einer Temperatur von 5—8° sämmtlich zu Boden, etwa gleichzeitig (bei 6°) die Kolonie von *C. pelagicum*; von den beiden Kolonien von *Sph. punctatum* sank die eine erst bei 3°, die andere sogar erst, nachdem sie ½ Stunde lang einer Temperatur von 2° ausgesetzt gewesen war. Die *Thalassicolla* war ohne unterzusinken bis 2½° abgekühlt worden.

Mit Ausnahme der Kolonie von *Sph. neapolitanum* überlebten sämmtliche Radiolarien den Versuch, obwohl ein Theil von ihnen allmählich bis 2½° abgekühlt und einige Minuten auf dieser Temperatur erhalten, der andere sogar stundenlang in Wasser von 1—1½° gelassen worden war. Die Kolonie von *Sph. neapolitanum* war bis auf 2½° abgekühlt worden und war nicht, wie die in demselben Gefässe befindlichen Kolonien von *Collosph. Huxleyi* und *C. pelagicum*, ganz bis zum Boden gesunken. Bei der Untersuchung waren keine

Pseudopodien, sondern statt derselben Tropfen von Rindensubstanz zu sehen; die Oelkugel war verzerrt und liess beim Drücken keine Schichtung des Substrates mehr erkennen, sondern verhielt sich wie die Oelkugel von *Myxosph. coerulea* nach Behandlung mit Salzsäure (s. oben p. 36). Die Kolonie von *C. pelagicum* dagegen zeigte ihre dicken radiären Pseudopodien ebenso deutlich wie vor dem Versuche; ebenso wenig waren bei den Kolonien von *Collosph. Huxleyi* die Pseudopodien eingezogen. Bei *Sph. punctatum* war der grösste Theil der Rindensubstanz zu Klumpen zusammengezogen, doch war ein Theil der feinen Pseudopodien noch deutlich zu sehen. Alle Kolonien, mit Ausnahme des augenscheinlich todten Exemplares von *Sph. neapolitanum*, wurden zu weiterer Beobachtung aufbewahrt.

Am folgenden Tage lagen sämmtliche Kolonien noch am Boden; die *Thalassicolla* dagegen schwebte nach wie vor in der Nähe der Oberfläche und war in jeder Hinsicht ebenso wie vor dem Versuche. Bei den koloniebildenden Radiolarien waren zwar die Individuen sämmtlich vollkommen normal und mit einem reichen Pseudopodiennetz umgeben, dagegen war die Gallerte in allen Fällen weich und schlaff, Vacuolen fehlten fast vollständig, und endlich war die Lagerung der Individuen nur in der Kolonie von *C. pelagicum* so, wie sie in ungestörten Kolonien dieser Species zu sein pflegt. Bei den beiden Exemplaren von *Sph. punctatum*, von denen das eine auf $2^1/_2$, das andere auf 1^0 abgekühlt worden war, befanden sich die Individuen im Innern der Kolonie ziemlich nahe bei einander (Taf. 1 Fig. 36); ähnlich war es bei den bis $2^1/_2{}^0$ abgekühlten Exemplaren von *Collosph. Huxleyi* (Taf. 1 Fig. 37). Die beiden Kolonien von *Collosph. Huxleyi*, welche längere Zeit einer Temperatur von 1^0 ausgesetzt worden waren, zeigten einige Klümpchen von dicht zusammen gerückten Individuen (Taf. 1 Fig. 38). Die Collosphaeren schwärmten in den nächsten Tagen aus; die vegetativen Kolonien von *Sph. punctatum* und *C. pelagicum* dagegen stiegen am 2. resp. 3. Tage nach dem Versuche wieder zur Oberfläche empor, zeigten sämmtlich die in ungereizten Kolonien übliche Vertheilung von Vacuolen und Individuen und lebten — ebenso wie *Thalassicolla nucleata* — noch mehr als 14 Tage nach dem Versuche.

Das Resultat der Versuche ist kurz folgendes: Bei allmählicher Abkühlung sinken die Kolonien von *Collosph. Huxleyi* und *C. pelagicum* bei einer Temperatur von 5—8°, die von *Sph. punctatum* bei 2—4° unter, während *Thalassicolla nucleata* noch bei $2^1/_2{}^0$ an der Oberfläche bleibt. *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi* ertragen stundenlange Abkühlung auf 1^0, ohne zu sterben; sie erleiden jedoch gewisse Veränderungen, die erst nach 2—3 Tagen ein Wiederaufsteigen möglich machen. Auch *C. pelagicum* und *Thalassicolla nucleata* überleben eine Abkühlung auf $2^1/_2{}^0$ (geringere Temperaturgrade wurden bei ihnen nicht angewendet), während *Sph. neapolitanum* eine solche Temperaturerniedrigung nicht ertragen zu können scheint.

Die indirecte Einwirkung, welche die Wärme dadurch auf die horizontale Verbreitung der flottirenden pelagischen Thiere ausübt, dass sie Luft- und z. Th. auch Meeresströmungen in ihrer Richtung beeinflusst, wird im folgenden Abschnitt erörtert, und bei Besprechung der geographischen Verbreitung die Wichtigkeit von Abkühlungsversuchen für die Erklärung der horizontalen Vertheilung von pelagischen Thieren angedeutet werden.

4. Wasserbewegung.

Weder das Licht, noch die Wärme, noch endlich die Zusammensetzung des Meerwassers können — wie ich im Vorstehenden zu zeigen versucht habe — irgend welchen wesentlichen Einfluss auf die oben geschilderte Art des Vorkommens von Sphaerozoëen und zahlreichen anderen pelagischen Thieren im Golfe haben. Es bleibt noch übrig zu untersuchen, ob und wie weit die Bewegung des Wassers von Einfluss ist. In dieser Hinsicht hat man zu unterscheiden zwischen der Wellenbewegung grösserer Abschnitte der Meeresoberfläche, die durch die Einwirkung des Windes hervorgerufen wird, und zwischen der Bewegung des Oberflächenwassers in mehr oder weniger schmalen Strömen.

a. Einfluss von Stärke und Richtung der durch Wind veranlassten Wasserbewegung.

Bei vollkommen ruhiger oder nur sehr schwach bewegter See findet man die verschiedenen Entwicklungsstadien der Sphaerozoëen mit anderen pelagischen Thieren meistentheils in den ölglatten Stellen der Meeresoberfläche, den »Correnti« der Italiener. Kräuselt sich beim Anwachsen des Windes die Meeresoberfläche, so verschwinden nach und nach die »Correnti«, ohne dass aber zugleich die pelagischen Thiere in die Tiefe getrieben würden. Das Fischen ist jetzt nur mühsamer, als vorher, weil man die pelagischen Thiere nicht mehr in solchen Massen beisammen findet. Zuerst sinken bei weiterer Zunahme der Bewegung der Meeresoberfläche von den Sphaerozoëen die in Schwärmerbildung begriffenen Kolonien, sowie die etwa vorhandenen Jugendformen, während die alten vegetativen Zustände mit gut ausgebildeter Gallerte noch längere Zeit an der Oberfläche bleiben. Man kann einige der besonders gut ausgerüsteten vegetativen Kolonien von *C. inerme*, *Myxosph. coerulea* und *Sph. punctatum* selbst dann noch an der Meeresoberfläche fangen, wenn eben die Wellen anfangen überzustürzen und Schaumkämme zu bilden. Nach starken Stürmen zeigen sich die vegetativen Kolonien stets wieder zuerst an der Oberfläche. Sie sind schon vorhanden, wenn jene langen und oft ziemlich hohen Wellen (»Cavalloni«), die den Scirocco-Stürmen zu folgen pflegen, vorhanden sind. Die krystallführenden Kolonien dagegen steigen erst aus der Tiefe empor, wenn diese gleichmässige Wellenbewegung fast vollständig aufgehört hat[1]). Die bedeutende Tiefe des Golfes — die 50-Faden-Linie befindet sich überall in geringem Abstande vom Lande[2]) — ist für die pelagische Fauna des Golfes natürlich von grosser Wichtigkeit. Die Thiere der Oberfläche können sich beim Sturm in ruhige Regionen hinabsenken und abwarten, bis die Bewegung der oberen Wasserschichten nachgelassen hat.

Für die grosse Empfindlichkeit der Sphaerozoëen gegen Erschütterungen habe ich bei früherer Gelegenheit (**25** p. 287) einige Beispiele angeführt. Ich brachte eine Anzahl von Collozoen in ein Gefäss mit Meerwasser und leitete frisches Wasser oder auch Luft zu. Selbst

1) Die unten (s. p. 121 u. ff.) mitgetheilten Beobachtungen vom Jahre 1883 enthalten einige Belege für die obigen Angaben. Der Einfluss der starken Bewegung des Wassers zeigte sich an dem Material vom 22., 30. IX, 2., 3., 9., 11., 24. X, 6., 21., 22. XI, 28. und 29. XII 1883.

2) Vergl. die Karte p. 130.

wenn bei diesem Versuche das Wasser tropfenweise zufliesst oder die Luft in sehr kleinen Bläschen zugeführt wird, so wirken diese beständigen Erschütterungen doch so stark, dass die Radiolarien sich in einigen Stunden zu Boden senken. Bei äusserst geringen, aber stetigen Erschütterungen halten sie es auch wohl einen oder zwei Tage lang an der Oberfläche aus, doch niemals so lange wie Collozoen, welche gar nicht erschüttert werden, sonst aber unter genau denselben Bedingungen sich befinden. —

Nicht nur die Stärke, sondern auch die Richtung des Windes hat einen grossen Einfluss auf das Vorkommen der Sphaerozoëen. Jeder, der pelagische Thiere am Golfe untersucht hat, weiss, dass dieselben vorzugsweise nach starkem Scirocco (SO.) oder Libeccio (SW.) im Golfe zu fangen sind. Der Golf ist (vergl. die Karte p. 130) nach W., SW., S. und SO. geöffnet. Die in dieser Richtung verlaufenden Wellen müssen also eintreten und die im Wasser suspendirten Thiere in den Golf hineinbringen, — vorausgesetzt, dass sich die Wellenbewegung Strecken der Meeresoberfläche mittheilt, an welchen überhaupt pelagische Thiere vorkommen. Um ein Bild von der Einwirkung des Windes bezw. der durch den Wind veranlassten Wasserbewegung auf die Sphaerozoëen zu geben, theile ich die nachstehende Uebersicht mit, welche Angaben über die Richtung der Wasserbewegung, das Vorkommen von Sphaerozoëen und die relative Menge derselben an einer Anzahl auf einander folgender Tage enthält. Ich habe drei Zeitabschnitte gewählt, in denen besonders zahlreiche Sphaerozoëen vorkamen: Herbst 1883, die Zeit vom 20. III—16. IV 1884 und den ersten Theil des Herbstes 1884. Wenn an einem Tage ein Entwicklungsstadium von irgend einer Species zum erstem Male seit dem Sommer auftrat, so habe ich dies durch gesperrt-cursiven Druck des betreffenden Speciesnamens kenntlich gemacht. Es kommt nicht selten vor, dass Wind- und Wasserbewegung einander weder in der Stärke noch in der Richtung entsprechen, z. B. zeigt nach einem Scirocco-Sturme die Oberfläche oft noch 1—2 Tage lang eine deutliche Wellenbewegung in der Richtung von SO. nach NW. Dabei kann fast vollständige Windstille herrschen oder auch mehr oder weniger starker Nordwind sein. In solchen Fällen habe ich bei der nachstehenden Uebersicht in erster Linie die Richtung der Wasserbewegung berücksichtigt, da der Wind ja nur in so fern von Einfluss auf die pelagischen Thiere sein kann, als er das Wasser bewegt. Wenn die Meeresoberfläche stark bewegt war, habe ich stets eine Angabe darüber gemacht; schwächere Bewegung habe ich in der Regel nicht besonders angeführt. Da von allen Winden der Scirocco den grössten Einfluss auf das Auftreten pelagischer Thiere im Golfe hat, so habe ich das Einsetzen des SO.-Windes dadurch hervorgehoben, dass ich neben das Datum eine römische Zahl stellte.

1883. September. 1. ?
(1.) 2.) SO.
3.)
4—7. ?
8. ? Erste Sphaerozoëe: *Myxosph. coerulea* mit Krystallen.
9. ? Zahlreiche *Myxosph coerulea*, blau.
10. ? Einige junge *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*.

1883. September	11. ?			Einige blaue *Myxosph. coerulea.*
	12. ?			
(II.)	13.	SO.	Sturm.	Nicht gefischt.
	14.			
	15.			Einige ziemlich junge *Myxosph. coerulea*, einige ausgewachsene vegetative Kolonien von *Sph. neapolitanum* und *C. inerme.*
	16.			Wie am 15., nur zahlreicher. Ausserdem einige ausgewachsene *Sph. punctatum.*
	17.	SO.	Schwach.	Sehr zahlreiche *Myxosph. coerulea* in verschiedenen Entwicklungszuständen; zahlreiche ausgewachsene *Sph. punctatum*; einige alte *C. inerme*, z. Th. mit Krystallen, blaue *Collosphaera Huxleyi* und vegetative *Sph. neapolitanum.* (Die ersten Cassiopeen in zahlreichen grossen Exemplaren.)
	18.			Wie am 17., aber *Sph. neapolitanum* fehlt.
	19.			Wie am 18.
	20.	N.	Schwach.	Wie am 18., aber *Collosph. Huxleyi* fehlt. Ausserdem alle Arten weniger häufig.
	21.			Nur *Myxosph. coerulea* in verschiedenen Entwicklungsstadien häufig, aber nicht mehr in Schwärmen, sondern zerstreut. Ausserdem ausgewachsene vegetative Kolonien von *C. inerme* und *Sph. punctatum.*
(III.)	22.	SO.	Stark.	Vereinzelte *Myxosph. coerulea*, *C. inerme* und *Sph. punctatum*, — alle vegetativ.
	23.	SO.	Schwach.	Zahlreiche *Myxosph. coerulea*, verschiedene Zustände. Vereinzelt: *C. inerme* und *Sph. punctatum* mit Krystallen.
	24.	NW-wind.		Zahlreich: *Myxosph. coerulea*, verschiedene Zustände, *Sph. punctatum*, meist vegetativ, einzelne mit Krystallen, und *Sph. neapolitanum* vegetativ oder mit Krystallen. Seltener *C. inerme* mit Anlagen von Makro- und Mirkosporen, *Collosph. Huxleyi*, mehrere blaue und eine sehr junge Kolonie.
(IV.)	25.	SO.	Schwach.	Sehr zahlreiche *Myxosph. coerul.*, meist blau. Häufig auch *Sph. punctatum*, *Sph. neapol.*, *C. inerme*, alle z. Th. mit Krystallen. Ziemlich zahlreich *Collosph. Huxleyi*, meist blau. (*Thalassicolla nucleata* zum ersten Male.)
	26.	N.	Stark.	Nichts.
	27.	N.	Schwach.	Im Tiefenauftrieb eine ausgewachsene Kolonie von *Sph. acuferum* (Erstling).
	28.	NW.	See ganz ruhig.	Nichts.
(V.)	29.	SO.	Stark.	Nicht gefischt.
	30.	SO.		Zahlreiche *Myxosph. coerulea*, meist jüngere vegetative Zustände. Häufig auch *C. inerme* und *Sph. punctatum*, beide ohne Krystalle.
October	1.	SO.	Stark.	Nicht gefischt.
	2.	SO.	Noch bewegt (Westwind).	Einige vegetative Zustände von *Sph. punctatum*, *C. inerme* und *Myxosph. coerulea.* (Sehr viele Velellen, zum ersten Male.)
	3.	O.	Noch bewegt	Wie am 2.
(VI.)	4.	SO.		Wie am 2, aber *C. inerme* fehlt.
	5.	SO.		Nicht gefischt.
	6.	W.	Sturm.	Nichts.
	7.			

1883. October	8.	N.	Nichts.
	9.		2 vegetative Kolonien von *Sph. punctatum*, 1 vegetative und 1 blaue *Myxosph. coerulea*.
	10.	Wechselwind.	Nichts.
	11.	NO.	Mehrere *Sph. punctatum*, *C. inerme*, *Sph. neapolitanum*, *Myxosph. coerulea* — alle vegetativ, nur 1 Kolonie von *C. inerme* und 2 von *Myxosph. coerulea* mit Krystallen.
(VII.)	12.	SO. Nur wenige Stunden.	Nichts.
	13.	NO.	
	14.	Wechselwind.	Trotz schwacher Wasserbewegung (im Stationsgolfe) nichts.
	15.	NO.	
	16.	NW.	
	17.	Wechselwind.	[Im Strome[1]]: häufig *C. inerme*, *Sph. punctatum*, *Myxosph. coerulea* in verschiedenen Stadien; vereinzelt: *Sph. acuferum* vegetativ, *Collosph. Huxleyi* nur blau. (*Halosphaera*[2]) zum ersten Male.)
	18.	Wechselwind, ruhige See.	(Im Stationsgolfe) Nichts.
(VIII.)	19.	SO. Schwach.	Mehr Sphaerozoëen als je zuvor in dieser Saison. Am häufigsten *Sph. punctatum*, ausgewachsene Kolonien, z. Th. mit Krystallen. Demnächst *Sph. neapolitanum*, nur vegetativ, *C. inerme*, meist vegetativ, selten mit Krystallen, und *Myxosph. coerulea*, meist blau. Vereinzelt *Sph. acuferum*, nur vegetativ, und *Collosph. Huxleyi*, nur blau.
	20.		Noch mehr, sonst ebenso.
	21.		Wie am 19., nur *Sph. neapolitanum* grösstentheils mit Krystallen.
	22.		Ebenso, nur Zahl der blauen *Collosph. Huxleyi* viel grösser.
	23.	SO. Stark.	Nichts.
	24.	SO. Noch bewegt (N.-wind).	Einige vegetative *Sph. punctatum*, mehrere junge *Collosph. Huxleyi* und vegetative *Sph. acuferum*.
	25.	N.	See meist stark bewegt. Keine Sphaerozoëen an der Oberfläche zu finden.
	26.	NW.	
	27.	NO.	
	28.	O.	
	29.	OSO.	
	30.		
	31.		
November	1.	NW.	Nichts, trotz ruhiger See.
	2.	N.	
	3.	N.	Vereinzelte *Sph. punctatum*, meist mit Krystallen, *Sph. neapolitanum*, vegetativ, *Myxosph. coerulea*, blau.
	4.	N.	Nichts.
(IX.)	5.	SO.	Zahlreiche *Myxosph. coerulea* und einige *C. inerme* und *Sph. punctatum*, alle drei mit Krystallen. Einige *Sph. neapolitanum*, vegetativ.
	6.	Wechselwind.	Oberfläche ziemlich stark bewegt. Einige ausgewachsene *Sph. punctatum* und vereinzelte junge *C. inerme* und *Sph. neapolitanum*. Im Tiefenauftrieb auch grosse Kolonien von *Sph. acuferum*, sowie Jugendformen von *Collosph. Huxleyi* und *Sph. punctatum*.
(X.)	7.	SO. Stark.	Nicht gefischt.
	8.		
	9.		

1) S. u. p. 129.

2) Vergl. Schmitz, Mittheil. Zool. Stat. Neapel. Bd. 1.

1883.	November	10.	SO.	Im Tiefenauftrieb junge Collozoen und Collosphaeren.
		11.	NW. Sturm.	Nicht gefischt.
	(XI.)	12.	SO. Stark.	
		13.	SW. Stark.	
		14.		Tiefenauftrieb: Sehr junge *Sph. acuferum*.
	(XII.)	15.	SO. Westwind.	Vereinzelte *Myxosph. coerulea*. Tiefenauftrieb: Junge Collozoen und Collosphaeren und *Sph. punctatum* mit Krystallen.
		16.	W. See ruhig.	Tiefenauftrieb: Zahlreiche junge *Collosph. Huxleyi*.
		17.		Einige vegetative grosse Kolonien von *Sph. neapolitanum*, *Sph. punctatum* und *C. inerme*. Tiefenauftrieb: Zahlreiche junge Sphaerozoëen.
	(XIII.)	18.	SO. Schwach.	Nichts (im Stationsgolf).
		19.	S. Ruhige See.	Nur im Tiefenauftrieb junge Sphaerozoëen.
		20.		
		21.	NW. See bewegt.	Tiefenauftrieb: Grosse vegetative Kolonien von *Collosph. Huxleyi* und junge Collozoen.
		22.	N. Ruhige See.	Im Stationsgolfe keine Kolonien an der Oberfläche. In der Strömung: Mehrere blaue oder farblose grosse Kolonien von *Collosph. Huxleyi*, blaue *Myxosph. coerulea*, krystallführende oder vegetative grosse Kolonien von *Sph. neapolitanum*, sowie vereinzelte grosse vegetative *C. inerme* und junge Collosphaeren.
		23.	W.	Trotz ruhiger See keine Kolonien an der Oberfläche des Stationsgolfes.
		24.	S.	
		25.	W.	
		26.	NW.	Tiefenauftrieb: Junge Kolonien von *Collosph. Huxleyi*, *Sph. acuferum*, *Sph. punctatum* und *C. inerme*.
		27.	SW. Stark.	Nichts.
		28.	O.	Tiefenauftrieb: Junge Collozoen.
		29.	NO. Stark.	Nichts.
		30.		
	December	1.	SW. Ruhige See.	Tiefenauftrieb: Zahlreiche junge Sphaerozoëen.
		2.	W.	Nichts.
		3.	NO.	
		4.	S. Sturm.	Nicht gefischt.
		5.	S.	Nichts.
		6.	SW. Stark.	Nicht gefischt.
		7.	SW.	Nichts.
		8.	O. Stark.	Tiefenauftrieb: Einige junge Sphaerozoëen.
	(XIV.)	9.	SO. Stark.	Nicht gefischt.
		10.	SO. Sturm.	
		11.	SO. (Westwind.)	
		12.	SO. (NW.-wind.)	Tiefenauftrieb: Junge Sphaerozoëen.
		13.	N.	
		14.	NW.	
		15.	W. Ruhige See.	

1883. December (XV.)	16.	SO.	Keine Kolonien an der Oberfläche des Stationsgolfes. (Tiefenauftrieb: die erste Thalassolampe seit dem vorigen Winter.)
	17.	SO. Sturm.	
	18.	N. See ruhig.	Seit dem 22. X zum ersten Male wieder grössere Mengen von Kolonien, hauptsächlich Jugendformen verschiedener Species, ausserdem ausgewachsene Kolonien (ohne Krystalle) von *Collosph. Huxleyi*, *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum*.
	19.	NW.	Tiefenauftrieb: *Collosph. Huxleyi* und *Acrosphaera spinosa* (Erstling), beide in ausgewachsenen vegetativen Exemplaren. Ausserdem junge Sphaerozoëen.
	20.	NW.	Trotz ruhiger See keine Kolonien im Stationsgolfe.
	21.	O.	
	22.	Wechselwind.	
	23.	NW.	
	24.	NW.	Stationsgolf: Mehrere vegetative *Collosph. Huxleyi* und *Sph. acuferum*; einige *Sph. neapolitanum*, theils vegetativ, theils mit Krystallen, und junge Collozoen.
	25.	NW.	Nichts.
	26.	NO. Sturm.	Nicht gefischt.
	27.		
	28.	NO.	Einige vegetative *Collosph. Huxleyi*, *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum*.
	29.		Ein vegetatives *Sph. acuferum* und junge Collozoen.
	30.	O. See ruhig.	Ein grosses *C. inerme* und junge Collozoen und Collosphaeren.
	31.	NO. See ruhig.	Ziemlich zahlreiche *Collosph. Huxleyi* in verschiedenen Stadien; mehrere vegetative *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum*; zahlreiche junge Sphaerozoëen.
1884. März	20.	S.	Einige vegetative *Sph. punctatum*.
	21.	SO. Sturm.	Nicht gefischt.
	22.	SW. Sturm.	
	23.	SW. (N.-wind.)	
	24.	N.	Zahlreiche vegetative *Sph. punctatum* und junge *Collosph. Huxleyi*, sowie einige *Collosph. Huxleyi* und *C. pelagicum* mit Krystallen.
	25.	Wechsel-Wind.	Zahlreiche vegetative *Sph. punctatum*, einige junge *Collosph. Huxleyi* und junge Collozoen.
	26.	SW.	Junge *Sph. punctatum*.
	27.	W.	
	28.	W.	Nicht gefischt.
	29.	SO.	Junge *Sph. punctatum* (im Tiefenauftrieb).
	30.	SO. Stark.	Nicht gefischt.
	31.	SO.	
April	1.	Wechselwind.	Mehrere junge *Sph. punctatum*, einige junge *Collosph. Huxleyi* und *C. inerme*, sowie 2 vegetative Exemplare von *C. fulvum* (zum ersten Male!)
	2.	W.	Im äusseren Theile des Golfes: Kolossale Mengen von alten *Acrosph. spinosa*, z. Th. in Schwärmerbildung, und von meist blauen *Collosph. Huxleyi*, zahlreiche vegetative *C. fulvum*, sowie einige vegetative *Sph. punctatum* und junge *Myxosph. coerulea* und eine vegetative Kolonie von *C. inerme*.

1884. April	3.	W.	Im Stationsgolfe: Material wie am 2. Ausserdem noch einige vegetative *Sph. neapolitanum*, junge *Collosph. Huxleyi* und ein junges *C. fulvum* mit extracapsularen Körpern.
	4.	SW. Stark.	Nicht gefischt.
	5.	NW.	Einige junge *Sph. neapolitanum* und 1 junges *Sph. punctatum*.
	6.	W.	Nicht gefischt.
	7.	SW. Stark.	
	8.		
	9.	SW.	
	10.		Kein Material.
	11.		Zahlreiche junge *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*. Einige ausgewachsene *Sph. punctatum*, mehrere vegetative *C. fulvum* und ein vegetatives *C. inerme*.
	12.	Wechselwind.	Kein Material.
	13.		Nicht gefischt.
	14.	SO.	Nicht gefischt.
	15.		
	16.	SW.	Mehrere junge Sphaerozoiden, besonders *Sph. punctatum*.

1884. August (I.)	19—22.	SO.	Kein Material.
	23.	N.	
	24.	NO.	
	25.	N.	
	26.	SW. Stark.	
	27.	N.	
	28.	N.	
(II)	29.	SO.	
	30.	?	
	31.	?	
September	1—3.	?	
	4.	SW. Stark.	
	5—7.	?	
	8.	N.	Mehrere junge und einige blaue *Collosph. Huxleyi*, einige vegetative *Sph. punctatum* und *Myxosph. coerulea*. Junge *C. inerme* und mehrere unbestimmbare Jugendformen von Sphaerozoëen.
	9.	N.	2 sehr junge *Collosph. Huxleyi* (?).
	10.	N.	Kein Material.
(III.)	11—14.	SO.	Nicht gefischt.
	15.	W.	Mehrere vegetative *Myxosph. coerulea* und *C. inerme* und ein kleines *Sph. neapolitanum*.
	16.	N.	Sehr viele *Myxosph. coerulea*, meist mit Krystallen; mehrere *C. inerme*, z. Th. mit Krystallen; einige vegetative *Sph. neapolitanum*, einige *Siphonosph. tenera* und eine blaue *Collosph. Huxleyi*. (Zahlreiche Pteropoden und Heteropoden, zum 1. Male!)
	17.	N.	Mehrere, meist blaue *Myxosph. coerulea*, einige vegetative *Sph. punctatum* und 1 junge *Collosph. Huxleyi*.
	18.	N.	Vereinzelte blaue *Myxosph. coerulea*, vegetative *Sph. punctatum* und junge *Collosph. Huxleyi*.

1884. September	19.	O.	Kein Material.
	20.	?	
	21.	?	
(IV.)	22.		Zahlreiche, z. Th. in Schwärmerbildung begriffene *C. inerme*. Häufig ausserdem *Myxosph. coerulea*, blaue *Collosph. Huxleyi* und alte, z. Th. mit Krystallen versehene *Sph. punctatum*. Mehrere *Sph. neapolitanum* mit Krystallen. Vereinzelt *C. pelagicum* mit Krystallen und *Siphonosph. tenera*, vegetativ.
	23.	SO. (Schwach.)	*Myxosph. coerulea* zu Tausenden, fast alle blau. Zahlreiche blaue *Collosph. Huxleyi* und *C. inerme* und *Sph. punctatum*, vegetativ oder fructificativ. Auch *Sph. neapolitanum*, meist vegetativ, ziemlich häufig. Vereinzelt *C. pelagicum* mit Krystallen und *Siphonosph. tenera*.
	24.		Keine Sphaerozoëen im Stationsgolfe.
	25.		Sehr zahlreich: meist blaue *Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi* und vegetative oder fructificative *Sph. punctatum*. Häufig ausserdem *Sph. neapolitanum*, sämmtlich mit Krystallen, und *C. inerme*. Vereinzelt *C. pelagicum*, mit Krystallen, und *Siphonosph. tenera*. (Die erste Porpita!
	26.	SW.	Sehr zahlreich: *Myxosph. coerulea*, fast alle Exemplare mit Krystallen, und *C. inerme*, z. Th. mit Krystallen. Häufig auch *Sph. punctatum*. Seltener blaue *Collosph. Huxleyi*. Vereinzelt *C. pelagicum*. (Die erste Cassiopea!)
	27.	SW.	Wie am 26. Ausserdem mehrere *Siphonosph. tenera* und *Sph. neapolitanum*.
	28.	N.	Keine Sphaerozoëen im Stationsgolfe zu finden.
	29.		
	30.	NO.	
October	1.	N.	
	2.	W.	
	3.	W.	Immense Quantitäten von Sphaerozoëen; vorwiegend *Myxosph. coerulea*, meist blau. Ausserdem Hunderte von *C. inerme*, *C. Huxleyi* (blau) und *Sph. punctatum*. Seltener *Siphonosph. tenera*. Vereinzelt *Sph. neapolitanum* und *C. pelagicum*.
(V.)	4.	SO.	Weniger Material; hauptsächlich *Myxosph. coerulea* und *C. inerme*. Minder häufig: *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi*. Vereinzelt *C. fulvum*, vegetativ.
	5.	S. Sturm.	Kein Material.

Aus meinen Beobachtungen lassen sich folgende Schlüsse über die Bedeutung der durch den Wind veranlassten Wellenbewegung auf das Vorkommen von Sphaerozoëen im Golfe ableiten:

1) Der Scirocco übt einen sehr deutlichen Einfluss auf das Vorkommen von Sphaerozoëen und anderen pelagischen Thieren im Golfe aus. Dieser Einfluss zeigt sich theils darin, dass im Herbst am häufigsten Scirocco ist und zugleich die grösste Menge von Sphaerozoëen im Golfe sich findet, während vom Februar an seltener Scirocco ist und auch weniger Sphaerozoëen im Golfe vorkommen[1]); theils ist der Einfluss darin sichtbar, dass unmittelbar

1) Vom 1. IX 1883—31. I 1884 war 19 Mal und im Ganzen an 45 Tagen Scirocco; vom 1. II—1. VI 1884 dagegen nur 9 Mal an zusammen 18 Tagen.

nach einem Scirocco-Sturme oder schon während eines schwachen Scirocco oft sehr zahlreiche pelagische Thiere im Golfe zu finden sind[1]), theils endlich auch darin, dass nicht allein die Menge, sondern auch die Zusammensetzung der pelagischen Fauna in vielen Fällen eine Abhängigkeit vom Scirocco zeigt. Während oder unmittelbar nach einem Scirocco sieht man nicht selten Species oder Entwicklungsstadien derselben auftreten, die in den vorhergehenden Wochen noch nicht zu finden waren; in der Zwischenzeit von zwei Scirocco-Stürmen ist das jedoch nur höchst selten der Fall. Am günstigsten ist lange andauernder, schwacher Scirocco, doch treten, wie die oben mitgetheilte Uebersicht zeigt, auch nach Sciroccostürmen die Sphaerozoëen zuweilen in grösserer Menge auf.

2) Häufig lässt sich aber auch ein Einfluss des Scirocco auf das pelagische Material nicht nachweisen. Die oben angegebenen Beobachtungen zeigen, dass nur in der Hälfte der Fälle der Scirocco eine deutliche Einwirkung auf das Vorkommen von Sphaerozoëen im Golfe ausübte; in der anderen Hälfte der Fälle wurden trotz voraufgegangenen SO.-Windes wenig oder gar keine Sphaerozoëen bemerkt[2]). Ein häufiger Grund für diese Erscheinung besteht darin, dass dem Scirocco unmittelbar ein starker N.- oder NW.-Wind folgte, der das hineingebrachte Material, noch ehe es constatirt werden konnte, wieder hinaustrieb[3]). Ausserdem wurde nur verhältnissmässig selten im äusseren Theile des Golfes, wo sich hauptsächlich die durch den Scirocco herbeigeführten pelagischen Thiere finden müssen, gefischt. Mehrmals unterblieb sogar im Stationsgolfe wegen heftiger Regengüsse oder aus anderen Gründen die Auftriebfischerei während und bald nach dem Scirocco gänzlich. Endlich darf man nicht vergessen, dass der SO.-Wind nur dann Material in den Golf befördern kann, wenn sich die Wellenbewegung Strecken der Meeresoberfläche mittheilt, in denen pelagische Thiere vorkommen, und dass die am Golfe arbeitenden Zoologen ihr pelagisches Untersuchungsmaterial im Herbste und Frühjahr hauptsächlich deshalb dem Scirocco verdanken, weil durch verschiedene, noch näher zu erforschende Umstände vorzugsweise in dieser Zeit pelagische Thiere in die Nähe der calabrischen Küste und damit in den Bereich des Scirocco gelangen.

3) Ausser dem Scirocco ist — wie oben erwähnt — der Golf dem S.-, SW.- und W.-

1) Belege hierfür sind: vom Jahre 1883 der unter II (13.—18. IX) angeführte anhaltende SO., welcher zum ersten Male in dem betreffenden Jahre das Auftreten zahlreicher Sphaerozoëen zur Folge hatte, ferner III und IV (22.—25. IX), V zum Theil (29., 30. IX), besonders auch VIII (19.—22. X), XI (5. XI), XV (16., 17. XII); vom Jahre 1884 ist der grosse Schwarm des 2. und 3. IV ebenfalls dem Einflusse des SO. zu verdanken, ferner III (11.—14. IX 1884) und IV (22.—25. IX).

2) Im Jahre 1883 brachte der I. SO. (2., 3. IX) keine Sphaerozoëen in den Golf. Ebenso wenig wurden nach dem VI. SO. (4., 5. X), dem VII. (12. X), X. (7.—10. XI) und XI. (12. XI) SO., sowie dem XIII. (18. XI) und XIV. (9.—12. XII) SO. Sphaerozoëen beobachtet. Auch der SO. vom 14. und 15. IV 1884 hatte keinen Erfolg. Im Herbst 1884 hatte der ungewöhnlich früh auftretende I. SO. (19.—22. VIII) ebenso wenig wie der II. (29. VIII) das Auftreten von Radiolarien zur Folge.

3) Als Beispiele hierfür führe ich einige Beobachtungen von 1883 an. Dem (VI.) Scirocco vom 4. und 5. X folgte am 6. und 7. West-Sturm. Es ist möglich, dass der SO. Material hereingebracht hatte, und dass der heftige Westwind dasselbe an und auf die Küste getrieben hat. Dem (X.) SO. vom 7.—10. XI folgte am 11. XI NW.-Sturm, dem (XI.) SO. vom 12. XI starker SW. und dem (XIV) SO. vom 9.—12. XII N.-Wind.

Winde geöffnet. Ich habe nicht bemerkt, dass der W.-Wind je Sphaerozoëen in den Golf gebracht hätte[1]; doch war es in der Regel von günstigem Einflusse, wenn nach Scirocco W.- (oder SW.-)Wind eintrat. Sie trieben das Material, das während und bald nach dem SO. schon im äusseren Theil des Golfes beobachtet wurde, vollends in den Golf hinein. S.- und SW.-Wind waren vom 1. IX—31. XII 1883 selten und hatten keinen nachweisbaren Einfluss auf die pelagische Fauna des Golfes. Vom Februar bis Juni 1884 sowie von Ende October bis Ende December desselben Jahres kamen häufiger starker und anhaltender S.- oder SW.-Wind vor. Zu wiederholten Malen liess sich in dieser Zeit ein deutlicher Einfluss auf das Vorkommen von Sphaerozoëen im Golfe erkennen.

4) Dass O.-, NO.-, N.- und NW.-Wind die flottirenden Thiere der Meeresoberfläche hinaustreiben, ist selbstverständlich[2]. Die ungünstige Wirkung ist meist schon nach einem Tage und selbst bei ziemlich schwachem Winde deutlich an der Abnahme der pelagischen Thiere zu verspüren.

5) Dagegen ist es in hohem Grade auffallend, dass nicht selten Sphaerozoëen auch dann im Golfe auftreten, wenn mehrere Tage lang weder SO.-, noch S.-, noch SW.- oder W.-Winde geweht hatten, die das Material hätten hineinbringen können. Auch nach mehrtägigem N.- oder NO.-Wind etc. bemerkt man zuweilen ziemlich bedeutende Quantitäten von Sphaerozoëen im Golfe[3]. Diese Erscheinung zeigt, dass die Vertheilung der flottirenden pelagischen Thiere nicht allein durch den Wind beeinflusst wird, und findet, wie ich sogleich zu zeigen habe, ihre ausreichende Erklärung in den Strömungen, die im Golfe vorhanden sind.

b. Einfluss der Strömungen.

Ueber den Verlauf der Oberflächen-Ströme des Golfes vermag ich leider nur unvollkommene Angaben zu machen. Herr E. von Petersen, der Ingenieur der Station, hat mir mitgetheilt, dass ein constanter Strom von der Bocca piccola aus in den Golf eintrete, in der Nähe der Sorrentiner Halbinsel entlang laufe und bei Vico Equense in scharfer Biegung die Küste verlasse, um quer durch den Golf nach dem Cap Miseno zu verlaufen. In der Nähe des Cap soll sich der Strom gabeln und ein Ast in den Golf von Gaëta, der andere in den Golf von Bajä eintreten. Der letztere Ast geht — nach Angabe des Herrn von Petersen — oft wieder bei der Insel Nisita in den eigentlichen Golf von Neapel zurück.

Ich habe versucht, in der umstehenden kleinen Karte des Golfes den Verlauf der Strömung wiederzugeben[4]. Leider wurde mir die hohe Bedeutung der Strömungen zu spät klar, so dass ich über das Vorhandensein oder Fehlen resp. die Variationen des Stromes in den verschiedenen Jahreszeiten keinen Aufschluss zu geben vermag. In den Herbstmonaten

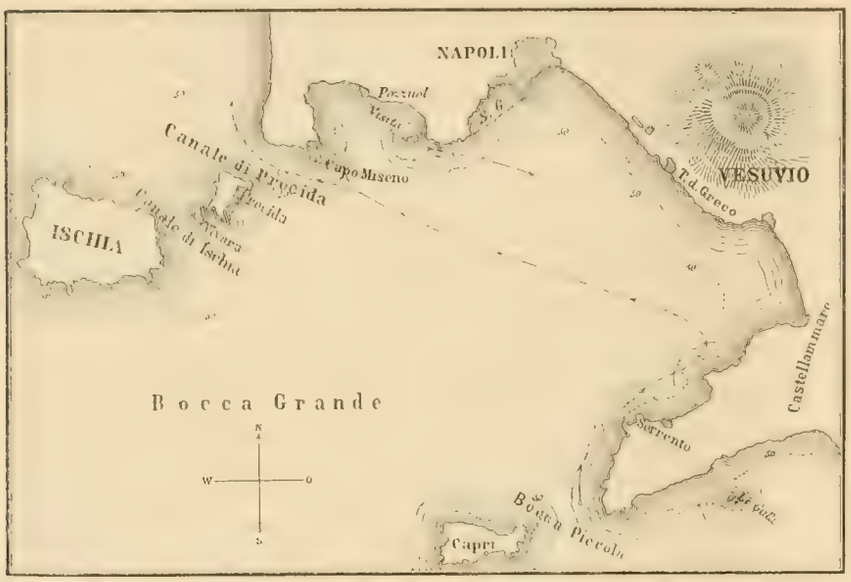
1) Ausgenommen am 3. X 84. Ich vermuthe aber, dass der colossale Schwarm, der an diesem Tage im Golfe auftrat, schon auf Rechnung des SO. zu setzen ist, der erst am folgenden Tage im Golfe deutlich zu erkennen war.

2) Beweise dafür liefern die Beobachtungen vom 19.—21., 26.—28. IX 83, 25. X—2. XI 83, 19.—23. XII 83; 17.—21., 28.—30. IX 84 und vom 1. und 2. X 84.

3) Das geschah z. B. am 17. X, 3., 22. XI, 24., 28.—31. XII 1883.

4) In der Karte, einer Copie aus Stieler's Handatlas, ist ausserdem die 50-Faden-Linie angegeben und der Stationsgolf (S.G.) angedeutet worden.

1882, 1883 und 1884 habe ich bei gelegentlichen Ausfahrten bald den einen, bald den anderen Theil des von Herrn von Petersen angegebenen Stromes gesehen, besonders den ersten Theil von der Bocca piccola nach Vico Equense und von da nach dem Cap Miseno. Ausserdem bemerkte ich in vereinzelten Fällen auch einen continuirlichen Streifen, der vom Golfe von Pozzuoli bei Nisita vorbei in den Golf von Neapel eintrat. Von Ende August bis Ende November habe ich in diesem Hauptstrome des Golfes sehr häufig eine ausserordentliche Menge von pelagischen Thieren wahrgenommen, während ich den Strom in den Sommermonaten überhaupt nicht finden konnte. Meine Beobachtungen sind jedoch zu ungenügend, als dass ich auf Grund derselben das Vorhandensein des Stromes in der Zeit, in welcher die Sphaerozoëen so gut wie gänzlich fehlen, bestreiten könnte. Die von der Stationsverwaltung beabsichtigte planmässige Erforschung der Verbreitung und der Lebensbedingungen der Thiere im Golfe wird hoffentlich schon in den nächsten Jahren diese ungenügende Kenntniss der Strömungen beseitigen. —



Wie ich oben gezeigt habe (s. p. 129), erscheinen zuweilen bei anhaltendem Nordwinde und entsprechender Wasserbewegung ziemlich zahlreiche Radiolarien an der Oberfläche des Golfes. Es ist in diesen Fällen unmöglich, das Auftreten der Radiolarien durch die Wellenbewegung der Oberfläche zu erklären. Durch Nordwind kann das pelagische Material nur hinaus-, nicht aber hineingetrieben werden. Am 17. X 83 z. B. bemerkte ich zahlreiche Kolonien in dem Theile des Stromes, welcher bei direkter ($2^1/_4$stündiger) Fahrt von der Station nach Capri nach etwa einer Stunde erreicht wird. Weder auf dem Wege nach dem Strome, noch bei Fortsetzung der Fahrt nach Capri zu, konnte ich trotz mehrfacher Bemühungen Sphaerozoëen finden. Eine ähnliche Beobachtung machte ich in demselben Theile des Stromes am 22. XI 83. Seit dem 18. XI waren keine Sphaerozoëen an der Oberfläche des Stationsgolfes gefunden worden. Ebenso wenig fanden sich in den Tagen nach dem 22. XI trotz ruhiger See Kolonien an der Oberfläche. Auch bei einigen anderen Fahrten habe ich während des Herbstes im Strome immer Radiolarien gefunden, wenn sonst im Golfe keine oder nur wenige Kolonien zu finden waren. Ich will nur noch einen Fall anführen, der zugleich ein Bild von der Stärke der Strömung giebt. Am 15. XI 83 befanden sich in dem Theile des Stromes, der quer durch den Golf zieht, zahllose Velellen und folgten der Richtung des

Stromes von OSO. nach WNW., obwohl ein mässiger Wind von W. her wehte. Trotz ihres Segels wurden also die Velellen nicht in ihrer Vertheilung vom Winde beeinflusst, sondern wurden von der Strömung dem Winde fast entgegengeführt. Ebenso wenig wurden die anderen pelagischen Thiere, unter denen sich auch *Myxosph. coerulea* befand, vom Winde oder von der Wellenbewegung der Oberfläche aus dem Strome herausgetrieben.

Aus diesen Thatsachen glaube ich schliessen zu dürfen, dass die pelagischen Thiere, welche nach mehrtägigem Nordwind in verschiedenen Theilen des Golfes, manchmal sogar im Stationsgolfe[1]), auftreten, durch den oben skizzirten Hauptstrom hereingeführt worden sind. Diese sonst schwer zu deutende Erscheinung ist damit, wie ich glaube, genügend erklärt. Auch andere pelagische Thiere, welche ähnlich wie die Sphaerozoëen an der Oberfläche flottiren, werden in ihrer Verbreitung in hohem Grade von den Strömungen abhängig sein, da sie bei ihrer gänzlichen Unfähigkeit, sich fortzubewegen, willenlos allen Bewegungen des Mediums folgen müssen. Bei besserer Kenntniss des Verlaufes und der Herkunft der Strömungen im Golfe wird hoffentlich auch der Einfluss der Jahreszeiten auf die Vertheilung der Kolonien im Mittelmeere vollständiger zu erklären sein, als dies augenblicklich möglich ist.

Der Strom, der in den Golf von Neapel einbiegt, ist wohl einer der Ausläufer des in das Mittelmeer eintretenden Astes des Golfstromes. Ich konnte allerdings nicht in Erfahrung bringen, woher der Strom des Golfes kommt, glaube aber aus gewissen Thatsachen schliessen zu dürfen, dass er von SO. nach NW., also längs der calabrischen Küste verläuft, bevor er in den Golf eintritt. Dafür spricht besonders der Umstand, dass im Herbste der SO.-Wind dasselbe Material, das der Strom zu derselben Zeit mit sich führt, in grösster Menge in den Golf hereintreibt, während W.- oder SW.-Wind zur selben Zeit wenig oder nichts bringen. Der Scirocco kann aber, wie ich schon oben hervorgehoben habe, nur pelagische Thiere, die durch den Wind und besonders auch durch Strömungen schon nach der calabrischen Küste getrieben worden sind, in den Golf hereinführen. —

Meine Beobachtungen über die Bedeutung der verschiedenen *äusseren Einflüsse*, welche bestimmend auf die Verbreitung flottirender pelagischer Thiere einwirken können, haben also ergeben, dass weder die Zusammensetzung des Wassers, noch das Licht, noch die Temperatur einen Einfluss auf das Vorkommen von Sphaerozoëen im Golfe haben; dagegen lässt sich eine sehr deutliche Einwirkung des Windes und der Strömungen nachweisen. Da nicht allein der Wind, sondern auch, wie ich vermuthe, der Verlauf der Strömungen im Mittelmeergebiete mit den Jahreszeiten sich verändert, so lässt sich damit wahrscheinlich die auffallende Verschiedenheit der pelagischen Fauna des Golfes während der verschiedenen Jahreszeiten zum grössten Theile erklären. Um das zu beweisen, bedarf es aber umfassenderer Untersuchungen, als ich sie anstellen konnte.

1) So wurden z. B. Ende December 1883 an mehreren Tagen Sphaerozoëen im Stationsgolfe beobachtet, obwohl in dieser Zeit stets NW.-, O.- oder NO.-Wind gewesen war.

5. Wird die Verbreitung der Sphaerozoëen durch periodische Entwicklung dieser Thiere beeinflusst?

Es bleibt schliesslich noch die Frage zu erörtern, ob bei der eigenthümlichen Art des Auftretens der Sphaerozoëen Eigenthümlichkeiten in der Entwicklungsweise dieser Thiere mitwirken. In dieser Hinsicht gilt es vor allen Dingen festzustellen, ob eine Periodicität der Entwicklung bei den Sphaerozoëen stattfindet, und ob gewisse Entwicklungszustände etwa in der Tiefe und vielleicht gar am Meeresboden leben.

Meine Beobachtungen an den im Golfe auftretenden Sphaerozoëen[1]) sprechen theils für, theils gegen die Annahme einer periodischen Entwicklung dieser Thiere. Die Thatsache, dass die Jugendformen nicht immer gleichzeitig mit den alten Zuständen gefunden werden, spricht noch keineswegs, wie es vielleicht auf den ersten Blick scheint, für eine Periodicität der Entwicklung; denn die älteren Kolonien leben ganz an der Oberfläche und sind von den Oberflächen-Strömen und vom Winde abhängig, die jungen Kolonien dagegen folgen den Unterströmen, die anders als die Strömungen der Oberfläche verlaufen, und können vom Winde weniger beeinflusst werden als die an den oberflächlichen Wasserschichten lebenden älteren Zustände. Danach könnte man es ganz gut begreifen, warum Jugendzustände zu anderer Zeit sich finden als die ausgewachsenen Formen und die ersteren vom October bis Juni, die letzteren dagegen vorzugsweise vom September bis November im Golfe vorkommen. Man muss aber erwarten, dass die an der Oberfläche flottirenden Thiere (von den Sphaerozoëen also die älteren Zustände) ungefähr gleichzeitig vorhanden sind. Mag auch an einem Tage diese, an einem anderen Tage jene Species zurücktreten; die häufigen Arten müssten sich in längeren Zeitabschnitten doch immer sämmtlich finden. Die Beobachtungen zeigen aber, dass ausgewachsene Exemplare der beiden häufigsten Sphaerozoëen (*C. inerme* und *Myxosph. coerulea*) von Ende December bis Juni nur in ganz vereinzelten Exemplaren gefunden werden, während alte Kolonien von *Sph. punctatum* und *Collosph. Huxleyi* in dieser Zeit häufig vorkommen und auch *Sph. neapolitanum* nicht gerade selten ist.

Die Art des Vorkommens von *C. inerme* und *Myxosph. coerulea* könnte zu der Ansicht verleiten, dass diese Species in ihrer Entwicklung von der Jahreszeit abhängig sind, dass — mit anderen Worten — die ausgewachsenen Kolonien im Herbste Schwärmer produciren, die sich noch während dieser Jahreszeit zu jungen Individuen und schliesslich zu kleinen Kolonien entwickeln, und dass die jungen Kolonien sich im Winter und Frühjahr weiter ausbilden, um im Herbste im ausgewachsenen Zustande wieder zu erscheinen. Gegen eine solche Annahme spricht aber die Beobachtung, dass die jugendlichen Kolonien von *C. inerme*, die man im Frühjahr findet, sich grossentheils in demselben Entwicklungsstadium befinden, wie die im Herbste vorkommenden. Ausserdem zeigt das Verhalten der anderen Species deutlich, dass bei ihnen die Entwicklung unabhängig von den Jahreszeiten ist und dass die Annahme

1) Vgl. die Zusammenstellung p. 111—112.

einer periodischen Entwicklung ausser für *C. inerme* und *Myxosph. coerulea* höchstens noch für *C. pelagicum* und *Siphonosphaera tenera* zutreffend sein kann. *Collosph. Huxleyi*, *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum*, *Sph. acuferum*, *Acrosph. spinosa* und *C. fulvum* wurden in verschiedenen Jahreszeiten in jungen und alten Entwicklungszuständen gefunden. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, dass in einer Gruppe nahe verwandter und beständig denselben äusseren Einflüssen ausgesetzter Thiere ein Theil eine periodische Entwicklung durchmachen soll, während der grössere Theil keine Spur davon zeigt. Ich kann allerdings keine Erklärung für die immerhin höchst auffallende Erscheinung, dass von den zwei häufigsten Arten von Sphaerozoëen ausgewachsene Zustände in den Winter- und Frühjahrsmonaten im Golfe so gut wie gänzlich fehlen, geben, glaube aber aus den genannten Gründen, dass auch *C. inerme* und *Myxosph. coerulea* in ihrer Entwicklung nicht von den Jahreszeiten abhängig sind, und dass sie sich in anderen Meeren auch im Winter in allen Stadien finden werden.

Für die Sphaerozoëen liegt nicht der geringste Grund zu der Annahme vor, dass sie zu irgend einer Zeit ihres Lebens in der dunkeln Tiefe des Oceans oder gar am Meeresboden sich aufhalten. Gegen eine solche Ansicht sprechen unter anderem die Resultate meiner Abkühlungsversuche (s. oben p. 118). Auch das plötzliche Auftreten Anfang September kann man bei Sphaerozoëen nicht [wie es Chun[1]) früher für Ctenophoren und einige Medusen und Keller[2]) neuerdings für *Cassiopea borbonica* gethan hat] dadurch zu erklären suchen, dass die Sphaerozoëen während der heissen Sommermonate sich in die kühlere Tiefe zurückziehen und sich vielleicht sogar am Meeresboden festsetzen. Wie ich oben (p. 117) angeführt habe, liegen Beweise dafür vor, dass die Sphaerozoëen nur im Golfe während des Sommers meist, nicht einmal immer, fehlen, in anderen Meeresabschnitten aber ebenso gut wie zu anderer Jahreszeit an der Oberfläche vorkommen. Alles, was wir bisher von dem Bau und der Entwicklungs- und Lebensweise der Sphaerozoëen wissen, spricht dafür, dass sie echte pelagische Thiere sind, welche ihre ganze Entwicklung in der Nähe der Meeresoberfläche durchmachen.

4. Geographische Verbreitung.

Nach den Angaben von Huxley (**2**), Wallich (**9**) und Giglioli (**10**) scheinen die Sphaerozoëen eine sehr bedeutende Verbreitung zu besitzen und in den drei Weltmeeren, dem Atlantischen, Pacifischen und Indischen Ocean, sowie in ihren Ausbuchtungen in grosser Menge vorzukommen. Genaue Angaben liegen zwar gegenwärtig nur für das Mittelmeer vor, doch wird Häckel's Werk über die Challenger-Radiolarien diese Lücke wohl noch vor dem Erscheinen meiner Arbeit ausfüllen[3]). Die bisherigen Angaben über das Vorkommen der Sphaero-

1) Chun, C., Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Fauna u. Flora des Golfes v. Neapel. 1. Monographie. Leipzig 1880. p. 238 u. 239.

2) Keller, C., Mittheilungen über Medusen. in: Recueil Zool. Suisse. 1884. T. 1. p. 404—422.

3) Um Verwirrungen und die doppelte Benennung neuer Species zu vermeiden, will ich erst in einer späteren Arbeit das mir zu Gebote stehende conservirte Material aus dem Atlantischen, dem stillen Ocean etc. verwerthen. Wollte ich schon jetzt ausgiebigen Gebrauch davon machen, so müsste ich zunächst eine Anzahl von neuen Arten, die Häckel gewiss in seinem Werke benennen und ausführlich besprechen wird, schildern.

zoëen gehen aus der nachstehenden Tabelle, in welche ich zugleich meine eigenen Beobachtungen eingereiht habe, hervor.

	Französ. Mittelmeerküste (Nizza, Villafranca)	Ajaccio	Neapel	Messina	Zwischen Balearen und Sardinien (38° 38′ N. Lat., 6° 42′ E. Gr. Long.)	
C. inerme Müll. sp.	Müller(3) Häckel (5) Hertwig (15)	Hertwig (15)	Häckel(5) Stuart (11) Cienkowski (14) Brandt	Häckel (5) Cienkowski (14)	Brandt	
C. pelagicum Hck.			Brandt	Häckel (5)		
C. fulvum n. sp.			Brandt			
Sph. neapolitanum Bdt.			Brandt (17)			
Sph. punctatum Huxl. sp.	Müller (3) Häckel (7)		Häckel (5) Brandt	Müller (3) Häckel (5)	Brandt	
Sph. acuferum Müll.	Müller (3) Häckel (5, 7)		[*italicum*: Häckel (5)] Brandt	Häckel (5)	Brandt	
Sph. spinulosum (?) Hck.	Müller (3)			Häckel (5)		
Sph. fuscum (?) Meyen						Chinesische See Meyen (1)
Sph. orientale (?) Dana						Pacif. Ocean 30° N. 178° W. Dana (6)
Sph. Sanderi (?) Dönitz			Dönitz (13)			
Myxosph. coerulea Hck. sp.	Häckel (7)		Brandt	Häckel (5)		
Collosph. Huxleyi Müll.	Müller (3) Häckel (7)		Cienkowski (14) Brandt	Häckel (5) Cienkowski (14)		
Acrosph. spinosa Hck.			Cienkowski (14) Brandt	Häckel (5) Cienkowski (14)		
Siphonosph. tenera n. sp.			Brandt			
Siphonosph. tubulosa (?) Müll.						Fundort unbekannt.

Alle genügend bekannten Arten von Sphaerozoëen sind bisher allerdings nur im Mittelmeere beobachtet worden; es ist aber aus verschiedenen Gründen sehr wahrscheinlich, dass die im Mittelmeer vorkommenden Sphaerozoëen, sowie alle anderen eupelagischen und zugleich flottirenden Thiere des Mittelmeeres auch im Atlantischen Ocean vorkommen.

Dass der Golf ebenso wenig wie irgend ein anderer Abschnitt des Mittelmeeres eine eigene pelagische Fauna in dem Sinne besitzt, dass echte pelagische Thiere, wie die kolonie-

bildenden Radiolarien, dort ihre volle Entwicklung durchmachen, bedarf wohl kaum des Beweises. Eine schwache Wellenbewegung genügt, um Sphaerozoëen, die sich mitten im Golfe befinden, in wenigen Stunden ans Land zu werfen bezw. in das tyrrhenische Meer hinauszutreiben.

Aber auch im Mittelmeere sind die Küsten zu nahe, als dass bei anhaltendem Winde in derselben Richtung die an der Oberfläche flottirenden Thiere nicht über kurz oder lang in die gefährliche Nachbarschaft des Landes gebracht würden. Die in der Nähe der Küste befindlichen Kolonien sind schon bei mässiger Brandung rettungslos verloren, sie werden entweder auf's Land geworfen und vertrocknen, oder sie werden im Sande des Strandes resp. an den Felsen zerrieben und zerquetscht. Ausserdem können die im Mittelmeere flottirenden Thiere von Strömungen leicht in Meeresstrecken mit versüsstem oder stark verunreinigtem Wasser geführt werden, wo sie unfehlbar zu Grunde gehen. Auch die Nachkommen von Kolonien, die im Mittelmeere ausgeschwärmt sind, werden in einigen Wochen oder Monaten ans Land getrieben und vernichtet werden, bevor sie selbst zum Ausschwärmen reif sind. Es ist zwar noch nichts Sicheres darüber bekannt, wie lange der ganze Entwicklungscyclus der Sphaerozoëen dauert; doch weiss man, dass die Tausende von Individuen, welche in ausgewachsenen Kolonien vorhanden sind und von denen jedes bei der Schwärmerbildung in Hunderte oder Tausende von Schwärmern zerfällt, von einem einzigen Individuum abstammen. Es bedarf jedenfalls einer langen Zeit, vermuthlich eines oder mehrerer Jahre, bis aus einem winzigen Schwärmer eine grosse Kolonie geworden ist, die beim Ausschwärmen in Hunderttausende oder Millionen von Schwärmern zerfällt. Die Möglichkeit, dass eupelagische Thiere, welche — wie die Radiolarien — einer eigenen Bewegung vollkommen unfähig sind und weder gegen die Wellenbewegungen des Wassers ankämpfen, noch den Strömungen widerstehen können, Jahre lang im Mittelmeer existiren, erscheint mir aber vollkommen ausgeschlossen. Im Gegensatze hierzu möchte ich behaupten: alle flottirenden eupelagischen Thiere[1]), welche man im Mittelmeere findet, sind entweder selbst aus dem Atlantischen Meere eingeführt worden oder sie sind die unmittelbaren Nachkommen von Individuen, die aus dem Atlantischen Ocean durch Ströme in das Mittelmeer gebracht worden sind.

Um diese Ansicht zu beweisen, müsste man zeigen, dass die im Mittelmeer vorkommenden Arten von den Arten des Atlantischen Oceans sich nicht unterscheiden. Bekanntlich gestattet die Strasse von Gibraltar wohl den Eintritt von Oberflächenthieren in das Mittelmeer, nicht aber umgekehrt den Austritt aus dem Mittelmeer in den Atlantischen Ocean. Wenn also das Mittelmeer eine eigene pelagische Fauna besässe, so könnte sie nicht in den Atlantischen Ocean gelangen. Andererseits könnten sich die aus dem Atlantischen Ocean eingeführten pelagischen Thiere im Mittelmeer in Folge der mehrfach veränderten Lebensbedin-

1) Um nicht missverstanden zu werden, bemerke ich ausdrücklich, dass ich von den hemipelagischen, auf die Nähe des Landes angewiesenen Thieren, sowie von solchen eupelagischen Thieren, welche sich kräftig genug bewegen können, um Strömen und Wellen entgegen zu schwimmen, hier vollkommen absehe.

gungen zu besonderen Varietäten oder neuen Arten ausbilden. Dazu würde jedoch nöthig sein, dass sie eine lange Reihe von Generationen hindurch im Mittelmeere leben. Wie bereits bemerkt, halte ich das für vollkommen unmöglich und erwarte, dass bei genauer Untersuchung sich im Mittelmeer kein flottirendes eupelagisches Thier finden wird, das nicht auch im Atlantischen Ocean vorkommt. Vorläufig ist bei der geringen Kenntniss der Atlantischen Fauna der Beweis für diese Annahme ganz unmöglich.

Für die pelagischen Thiere sind die grossen Weltmeere die eigentliche Wohnstätte. Dass sich dort so unvollkommen ausgerüstete Thiere, wie die Radiolarien und andere, activer Bewegungen unfähige Organismen, erhalten haben, liegt wohl nicht allein in der bedeutenden Ausdehnung der Oceane, sondern auch daran, dass die in ihnen vorhandenen grossen Ströme Cirkelströme sind. Der grösste Theil der flottirenden Thiere wird auf diese Weise im Ocean gehalten, während mit den abgehenden Aesten der cirkelförmigen Hauptströme immer nur ein verhältnissmässig kleiner Theil des pelagischen Materiales in Binnenmeere oder in kalte Regionen geführt wird. Wegen des eigenthümlichen Verlaufes der Hauptströme in den Oceanen ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass im gesammten Gebiet eines solchen Stromes die eupelagischen, flottirenden Thiere im wesentlichen übereinstimmen werden, und dass sich z. B. an der Ostküste von Nordamerika dieselben Sphaerozoëen finden werden wie im Mittelmeere.

In den kalten Meeren sind meines Wissens noch nie Sphaerozoëen beobachtet worden. Nach den oben (p. 118) mitgetheilten Abkühlungsversuchen ist auch zu erwarten, dass die Kolonien von *Collosph. Huxleyi*, *C. pelagicum*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum* untersinken, sobald sie durch Strömungen in Meeresabschnitte geführt werden, deren Oberfläche nur 4—5° warm ist. Beim Untersinken gerathen sie aber in immer kältere Schichten, so dass sie schliesslich absterben. Da ausserdem der Atlantische und der Pacifische, und der Atlantische und der Indische Ocean nur durch kalte Ströme zusammenhängen, so ist auch zu vermuthen, dass die Sphaerozoëen-Fauna in den drei Weltmeeren verschieden ist, dass sich z. B. an der Ostküste von Südamerika andere Sphaerozoëen finden werden als an der Westküste.

5. Phosphorescenz.

Die ältesten Mittheilungen über die Theilnahme von Radiolarien am Meeresleuchten rühren nach Bütschli (24, p. 332, Anm.) von Tilesius[1]) her. Die Arbeit war mir nicht zugänglich; nach Angabe von Bütschli bezieht sie sich aber wahrscheinlich auf *Thalassicolla*, so dass sie hier nicht berücksichtigt zu werden braucht. Einige der von Baird[2]) in seinem Aufsatze über das Meerleuchten beschriebenen Organismen gehören möglicherweise zu *C. inerme*. Sicherheit kann darüber aber nicht erlangt werden, da Beschreibung und Abbildung zu schlecht sind. Meyen (1 p. 163) ist der erste, von dem wir mit Sicherheit behaupten können, dass er Polyzoen vor sich gehabt hat. Seine Angaben über das Meerleuchten von »Pal-

1) Tilesius, Atlas zu Krusenstern's Reise um die Welt, ausgeführt in den Jahren 1803—1806 T. 21. F. 16a—b, F. 20a—c. Ausserdem: Ueber das nächtliche Leuchten des Meerwassers, in Annalen der wetterauischen Gesellschaft 3. Bd. 1814 und in Gilbert's Annalen der Physik. 61. Bd. 1819.

2) Baird, W.. On the Luminousness of the Sea. London Magaz. Nat. Hist. Vol. 3. 1830. p. 315. F. 83a—b.

mellarien« beziehen sich auf sein, wahrscheinlich nicht zu den Polyzoen gehöriges *Physematium atlanticum*. Man hat allen Grund gegen seine Angabe, dass diese Art »dann und wann bei Nacht leuchtend« sei, misstrauisch zu sein, da seine ebenso bestimmt ausgesprochene Behauptung, dass *Physematium* und *Sphaerozoum* starker Bewegungen fähig sei, vollkommen falsch ist. Beide Behauptungen werden einfach aufgestellt, ohne dass der Versuch einer Begründung gemacht wird. — Endlich giebt noch Giglioli (10 p. 9) an, dass die Radiolarienkolonien am Meerleuchten theilnehmen, und glaubt, dass das grünliche, intermittirende Licht, welches die Kolonien aussenden, in der peripherischen Substanz [Gallerte?] erzeugt werde[1]). Er beobachtete die Erscheinung im pacifischen und atlantischen Ocean, dagegen waren die Kolonien des indischen Oceans und des chinesischen Meeres nicht phosphorescirend [?]. Beweise für das Vorhandensein oder Fehlen des Leuchtvermögens bei Sphaerozoëen habe ich in Giglioli's Arbeit nicht gefunden. Die fünf Naturforscher, denen wir unsere gegenwärtige Kenntniss der Radiolarien fast allein verdanken, — Huxley, Müller, Häckel, Cienkowski und Hertwig — machen gar keine Angaben über Phosphorescenz von Radiolarien. Auch in den Berichten der Challenger-Expedition finde ich keine Erwähnung.

Auf Grund der nachstehenden Beobachtungen kann ich mit voller Bestimmtheit behaupten, dass die Sphaerozoëen in der That zu den phosphorescirenden Thieren gehören. Ich setzte etwa 20 kuglige Exemplare von *Myxosph. coerulea* in filtrirtes Meerwasser und liess das Gefäss einige Stunden im Dunkeln stehen. Als dann das Gefäss leicht bewegt wurde, zeigten die Kolonien im Dunkeln einen schwachen Lichtschein. Beim Schütteln nahm das Leuchten bedeutend an Intensität zu. Die Kolonien wurden wie Leuchtkugeln in dem bewegten Wasser umhergeschleudert. Die Zahl, Grösse und Form dieser stark leuchtenden Klumpen entsprach genau den im Wasser befindlichen Kolonien. Da das Wasser sorgfältig filtrirt war, so konnten keine anderen Organismen zugegen sein. Bei fortgesetzter mechanischer Reizung nahm das Leuchtvermögen, wie bei vielen anderen phosphorescirenden Thieren allmählich ab und hörte schliesslich vollkommen auf. Nach 1—2stündiger Ruhe hatten sich aber die Thiere schon so weit erholt oder — wie man auf Grund der Untersuchungen von Radziszewski[2]) richtiger sagen sollte — hatte sich wieder soviel activer Sauerstoff an den zum Leuchten fähigen Stellen angesammelt, dass bei erneutem Reiz das Aufleuchten in derselben Stärke wie beim ersten Versuche erfolgte. Als die Radiolarien nach mehrmaligem Schütteln nicht mehr reagirten, wurden sie in Süsswasser gebracht und leuchteten dabei wieder stark auf. Die Sphaerozoëen verhalten sich also auch insofern ähnlich wie die anderen Leuchtthiere, als sie bei chemischer Reizung auch dann noch aufleuchten, wenn sie auf mechanische Reize nicht mehr reagiren. Das Uebergiessen mit Ammoniak hat ein heftiges Aufblitzen zur Folge. In derselben Weise wie bei *Myxosph. coerulea* stellte ich noch bei *C. inerme*, *Collosph. Huxleyi*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum* die Phosphorescenz fest, so dass ich wohl behaupten darf, dass allen Polyzoen die Eigenschaft des Meerleuchtens zukommt. Giglioli's Angabe, dass in manchen Meeren die koloniebildenden Radiolarien nicht phosphoresciren, beruht, wie ich vermuthen möchte, nur auf ungenügender Beobachtung.

---

1) Der nicht ganz klare Satz (p. 10) lautet: ». . . tutte sfolgoravono di una viva luce verdognola intermittente, che sembrava originarsi nella sostanza periferica che riveste i loro corpi a lampi omogeneamente diffusi sopra tutta la superficie.«

2) Radziszewski, Br. Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisirten Körper. in: Liebig's Annalen der Chemie 1880. 32 p.

Ausser den Sphaerozoëen habe ich von Radiolarien nur *Thalassicolla nucleata* auf Phosphorescenz untersucht. Beim Bewegen des Wassers, das wie bei den anderen Versuchen filtrirt war und ausser den Radiolarien nichts enthielt, leuchteten die Thalassicollen auf, und zwar um so stärker, je stärker der mechanische Reiz war. Als ich die Thalassicollen in Süsswasser brachte, leuchteten sie heftig auf und strahlten mehr als eine Viertelstunde lang ein ziemlich starkes Licht aus. Während dieser Zeit wurde das Licht allmählich schwächer; durch Bewegen des Wassers (d. h. durch Zuführung neuer Mengen von Sauerstoff) konnte es aber noch nach 15 Minuten verstärkt werden. Nach 20 Minuten erlosch das Licht gänzlich.

Die Intensität des Leuchtens ist im Vergleich zu anderen phosphorescirenden Thieren (*Chiaia*, *Syllis*, *Luciola* u. s. w.) bei den Sphaerozoëen nur gering. —

Nach den Untersuchungen von Radziszewski und früheren Autoren beruht das Leuchten der Thiere darauf, dass organische, namentlich fettartige Substanzen bei Gegenwart von Alkalien sich mit activem Sauerstoff chemisch verbinden. Freie Alkalien sind dabei nicht nöthig, sondern es genügt schon die Anwesenheit von zusammengesetzten Alkalien (Neurin, Cholin), wie sie sich in Organismen finden. Der Verbrauch des Fettes ist minimal, da die Oxydation eine so langsame ist, dass trotz des intensiven Lichtes die Wärmeproduction nicht verspürt wird.

Ich glaube, dass bei den Sphaerozoëen die Oelkugeln die Hauptrolle beim Leuchten dieser Thiere spielen. Die enorme Fettkugel, welche im Centrum eines jeden Sphaerozoëen-Individuums sich befindet, ist in der That so auffallend, dass ich der Ansicht Hertwig's, der sie für nichts weiter als aufgestapelten Nahrungsstoff hält, nicht beitreten möchte. Ich kann mich dazu um so weniger entschliessen, als die Fettkugel eine so bedeutende Constanz in der Grösse zeigt und als ihre Masse gewöhnlich in einem bestimmten Verhältniss zur Masse des Individuums steht, während man bei einem Organ, das nur zur Aufstapelung von Nährstoffen dient, erwarten sollte, dass es erhebliche Schwankungen in der Grösse zeigt. Bei anderen Rhizopoden finden wir auch Reservestoffe, namentlich fettglänzende, mit Osmium sich schwärzende und in Alkohol lösliche Körner, die man wohl als Fettkörner ansprechen kann; dieselben sind aber in den verschiedenen Individuen je nach dem Ernährungszustande in verschiedener Menge vorhanden. Die Localisation des Fettes bei den Sphaerozoëen und die verhältnissmässig sehr bedeutende und zugleich constante Menge des Fettes sprechen dafür, dass bei diesen Thieren das Fett noch eine besondere Funktion hat. Da wir durch Panceri's Untersuchungen und durch die schönen Experimente von Radziszewski wissen, dass das Leuchten in erster Linie von dem Vorhandensein einer fettartigen Substanz abhängig ist, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Oelkugel das Leuchtorgan der Sphaerozoëen sei. Für diese Ansicht spricht ferner, dass bei den mikroskopischen Untersuchungen, welche ich mit *Sph. punctatum* anstellte, stets nur der centrale Theil jedes einzelnen Individuums aufleuchtete. Ich kann mit voller Bestimmtheit — im Gegensatze zu Giglioli — behaupten, dass weder die Rindensubstanz noch die Gallerte leuchten; dagegen ist es wahrscheinlich, dass ausser der Oelkugel noch derjenige Theil der Marksubstanz, der die Oelkugel unmittelbar umgiebt (T. 6.

Fig. 21 *a*), an dem Leuchten theilnimmt. Der leuchtende Fleck war mir für die Oelkugel etwas zu gross, obwohl er bei mittlerer Einstellung kreisförmig erschien wie diese. Dass das Leuchten verhältnissmässig so schwach ist, hat wohl in der eigenthümlichen Lagerung der Oelkugel und der Schwierigkeit, neuen Sauerstoff nach der unmittelbaren Umgebung der Oelkugel zu schaffen, seinen Grund. Dasselbe Leuchtorgan würde bei mehr peripherischer Lage vielleicht kräftiger wirken.

Die Phosphorescenz kann den Radiolarien als Schreckmittel von Nutzen sein. Die pelagischen Thiere, welche mit dieser Eigenschaft ausgerüstet sind, besitzen zum Theil Nesselorgane, welche sie selbst grossen Fischen unangenehm erscheinen oder gar gefährlich werden lassen. Ausserdem ist ein Theil der pelagischen Thiere, welche Leuchtvermögen besitzen, zugleich mit Gallerte versehen, so dass sie schon deswegen von gewissen Thieren gemieden werden mögen.

6. Parasiten und Inquilinen.

In den Kolonien von *Myxosph. coerulea* fand ich sehr häufig einen parasitischen Amphipoden. Derselbe gehört der Gattung *Hyperia* an, die auch sonst in und an pelagischen Thieren, namentlich Medusen schmarotzt. Bei *Myxosph. coerulea* kommen die Hyperien entweder an der äusseren Oberfläche der Kolonie, oder im Innern der mit weicher Gallertmasse gefüllten Centralvacuole vor. Im letzteren Falle bewegen sie sich nur langsam und mühsam fort und kriechen gewöhnlich an der Innenseite der festen Aussengallerte, in welcher die Nester liegen, herum. Die so eingeschlossenen Hyperien können sich jedoch durch einen kräftigen Ruck sofort aus ihrer gallertigen Umhüllung befreien. Das erkennt man besonders, wenn man die Kolonien in üblicher Weise in Chromsäure conservirt. Die Kolonien, welche keine Hyperien enthalten, bleiben ganz intact, dagegen werden die inficirten Kolonien beim heftigen Hervorbrechen ihrer Schmarotzer stets zerrissen. Durch ein schneller wirkendes Abtödtungsmittel, das zugleich die Kolonie gut fixirt, z. B. Ueberosmiumsäure, gelingt es in den meisten Fällen, die Hyperien innerhalb ihres Wirthes zu tödten und so ein Heraustreten derselben zu verhindern[1]).

Die Hyperien waren stets klein und liessen noch keine Geschlechtsproducte erkennen. Sie fanden sich stets in geringer Anzahl (1—6) in den Kolonien und wurden ausser in *Myxosph. coerulea* auch in einigen jungen Collozoen, besonders *C. pelagicum* beobachtet[2]).

Dass wir es hier mit einem ziemlich gefährlichen Schmarotzer zu thun haben, zeigt sich bei näherer Untersuchung der Hyperien. Der Darm derselben enthält stets beträchtliche Mengen von Krystallen und von blauem Farbstoff, sowie einige Oelkugeln, die sämmtlich nur von *Myxosph. coerulea* herrühren können. Zahl und Grösse der Oelkugeln geben einen unge-

1) Am günstigsten ist in solchem Falle die Anwendung eines Gemisches von Chromsäure und Ueberosmiumsäure.

2) Ausserdem bemerkte ich auch mehrfach in der Gallerte von jungen Collozoen, die ich nicht näher bestimmen konnte, denselben Schmarotzer.

führen Anhalt zur Bestimmung der Gefrässigkeit der Hyperien und ihrer Schädlichkeit für die Wirthe. Danach enthalten diese Parasiten stets 3—4 Nester von *Myxosph. coerulea*, von denen sich gewöhnlich 2 im Vorder- und 1—2 im Enddarm befinden. Die Beschaffenheit der Kothballen lässt auf das gänzliche Fehlen eines peptischen Enzymes bei *Hyperia* schliessen. Die im Enddarm befindlichen Ballen sind rein blau und bestehen fast gänzlich aus unverletzten Krystallen und grossen Fettkugeln. Beim Entleeren des Kothes in die weiche Gallerte der Centralvacuole fallen die Krystalle und die Fettkugeln aus einander und der blaue Farbstoff verschwindet schnell. Der Farbstoff war schon im Enddarm nicht mehr in körniger Form vorhanden, sondern färbte die Kothmasse diffus blau; seine schnelle Vertheilung beim Austreten der Kothballen ist daher leicht erklärlich. Wie ich oben (p. 47) ausgeführt habe, wird das Pigment von *Myxosph. coerulea* sogar durch schwache Säuren stets roth, während es durch Alkalien in seiner Färbung nicht verändert, sondern einfach gelöst wird. Es wird also im Darm von *Hyperia* ein in alkalischer Lösung wirksames, tryptisches Enzym, dagegen kein peptisches vorhanden sein. Diese Ansicht wird noch weiter gestützt dadurch, dass die Krystalle ganz unversehrt den Darm passiren, und dass von den Zellkernen der *Myxosph. coerulea* im Kothe nichts zu erkennen ist. In Säuren werden aber — wie oben (p. 41) gezeigt — die Krystalle sehr bald, in Alkalien erst nach längerer Einwirkung angegriffen; und die Kernsubstanz wird bekanntlich von schwachen Alkalien stets sofort aufgelöst, von Säuren dagegen coagulirt.

Die Hyperien leben ziemlich lange in den Kolonien von *Myxosph. coerulea*. Ich glaube das daraus schliessen zu dürfen, dass ich häufig abgestreifte Häute von *Hyperia* in der Centralvacuole bemerkt habe. Zuweilen klebten auch leere Hüllen von *Hyperia* der Kolonie äusserlich an. Man könnte in solchem Falle zu der irrigen Annahme verleitet werden, dass die Hülle von dem Radiolarienplasma geleert worden sei.

Ferner sei erwähnt, dass ich auch lebende Copepoden, sowie Appendicularien in der weichen Gallerte der Centralvacuole von *Myxosph. coerulea* fand. In keinem Falle konnte ich aber Bestandtheile von *Myxosph. coerulea* im Darme dieser Eindringlinge entdecken. Sie sind also nicht, wie *Hyperia*, als Schmarotzer aufzufassen. Die Appendicularien gingen in der Vacuole zu Grunde; die kräftigeren Copepoden dagegen befreiten sich wieder. In die Vacuolen, auch in die mit weicher Gallerte gefüllten, entsenden die Polyzoen — soweit ich bis jetzt beobachtet habe — niemals Pseudopodien. Auch bei der Kolonie, welche die zufällig eingedrungene und dann abgestorbene Appendicularie enthielt, waren keine Plasmastränge nach dem Beutethiere hin wahrnehmbar. Die todte Appendicularie könnte also, wenn überhaupt, zur Ernährung der *Myxosph. coerulea* nur in saprophytischer, nicht in animalischer Weise verwendet werden. —

Dass die in den Radiolarien lebenden gelben Algen (*Zooxanthella*) nicht als Schmarotzer anzusehen sind, habe ich oben bereits dargethan (s. Ernährung).

In jungen Exemplaren, einer *Collozoum*-Art, die mit den bisher bekannten Species nicht identificirt werden kann und durch deutliche gelbe Färbung auffiel, fand ich die ganze Gallerte

durchsetzt von lebenden Diatomeen. Diese Eindringlinge nahmen langsame, aber unzweifelhaft active Bewegungen vor und waren in der Nähe der Nester am zahlreichsten. Manche lagen in den Pseudopodienbahnen, die meisten jedoch frei in der Gallerte. Um einen Begriff von der grossen Anzahl der eingewanderten Diatomeen zu geben, habe ich (s. Taf. 2 Fig. 9) zwei Nester der Kolonie bei etwa mittlerer Einstellung gezeichnet und nur die in derselben Ebene befindlichen Pseudopodien, gelben Zellen und Diatomeen in die Figur eingetragen. Die Diatomeen waren sämmtlich lebendig und besassen deutliche Chromophyllkörper; leere Schalen fehlten in der Kolonie vollkommen. Am nächsten Tage war ein Theil der Diatomeen ausgewandert und fand sich frei im Wasser. Man kann also die eingedrungenen Diatomeen keinesfalls als aufgenommene Nahrungskörper auffassen; ebenso wenig darf man sie aber als Parasiten bezeichnen, denn sie entziehen den Radiolarien keine Nahrungsstoffe und belästigen trotz ihrer bedeutenden Menge die Radiolarien-Individuen anscheinend in keiner Weise. Ich muss es vorläufig dahingestellt sein lassen, ob diese Inquilinen, ähnlich wie die gelben Zellen, den Wirthen durch Lieferung von Nährstoffen nützlich werden können. In grosser Menge habe ich die abgebildete Diatomee (Taf. 2. Fig. 9, 13) nur in der vorläufig unbenannten *Collozoum*-Species, vereinzelt dagegen häufig in anderen Sphaerozoëen lebend angetroffen. —

IV. Entwicklung und Fortpflanzung.

1. Theilung der Kolonie.

Häckel (5 p. 145) hat eine Bildung neuer Kolonien durch Zerfall grösserer Qualster in mehrere Stücke, so dass also nicht einzelne Individuen, sondern eine Gruppe von solchen sich ablösen, um als Stamm der jungen Kolonie zu dienen, zwar nicht direct beobachtet, er vermuthet indessen, dass die rosenkranzförmigen Einschnürungen an den walzigen Qualstern und die keilförmigen Einschnürungen an den ringförmigen Gallertkolonien auf ein solches Zerfallen derselben in mehrere kleinere Thiergesellschaften sich beziehen lassen. — Auch Hertwig (15 p. 25) vermuthet, dass bei den rosenkranzförmig eingeschnürten Kolonien die einzelnen Glieder der Kette entsprechend den Einschnürungen sich ablösen und neue Kolonien bilden. »Wenigstens findet man in Gläsern, in denen man derartige Collozoen züchtet, häufig kleine Kolonien, welche in ihrer Grösse und ihrem Bau einem einzelnen Glied der Kette entsprechen würden«. — Später macht Hertwig (17 p. 129) folgende sehr bestimmte Angabe über die Theilung der Kolonien: »Die Gallertklumpen strecken sich wurmförmig und zerfallen durch zahlreiche Einschnürungen in eine perlschnurartige Kette von rundlichen Stücken, welche sich nacheinander ablösen.« — Brandt (18 p. 393) bezweifelt, dass die kettenförmigen Kolonien von *C. inerme* sich durch Ablösung der einzelnen Glieder vermehren, da von 26 Exemplaren, die er nach und nach isolirte und einige Tage lang fortgesetzt beobachtete, kein einziges eine Abschnürung irgend eines Theiles zeigte. —

Dass Theilungen der Kolonien vorkommen, ist aus nachher anzuführenden Gründen zweifellos; doch habe ich trotz zahlreicher, eigens darauf gerichteter Beobachtungen mich nicht davon überzeugen können, dass bei kettenförmigen Collozoen die von Häckel und von Hertwig vermuthete Vermehrungsweise vorkommt. Ich habe im Ganzen etwa 50 mehr oder weniger tief eingeschnürte, perlschnurförmige Kolonien von *C. inerme* isolirt und einige Tage lang beobachtet, habe jedoch niemals bemerkt, dass sich auch nur ein Glied abgelöst hätte. Die tief eingeschnürten Kolonien repräsentirten ausserdem stets ziemlich späte Stadien der Bildung von Makro- und Mikrosporen, so dass sie gewöhnlich schon nach wenigen Tagen in Schwärmer zerfielen. Aber auch die frisch gefangenen Kolonien mit fast reifen Makro- und Mikrosporen waren von derselben Grösse und besassen anscheinend etwa die gleiche Individuenzahl, wie die cultivirten Exemplare, die erst nach 8—10 Tagen in Schwärmer zerfielen. Als eine regelmässige, in den Entwicklungsgang von *C. inerme* gehörige Erscheinung wird man also den Zerfall der Perlschnur in die einzelnen Glieder nicht auffassen können. Endlich ist noch daran zu erinnern, dass perlschnurförmig eingeschnürte Kolonien bisher nur

bei *C. inerme* beobachtet worden sind, dass mithin die Annahme von Häckel und Hertwig nur für diese eine Species zutreffend sein kann. —

Während ich in alten, bereits in Schwärmerbilduug begriffenen Kolonien, wie den perlschnurförmigen Exemplaren von *C. inerme*, nie Theilung habe constatiren können, beobachtete ich, dass junge vegetative Zustände oft doppelt so viel Individuen besassen, wie die ausgewachsenen Exemplare. Bei *Collosph. Huxleyi* enthielt z. B. eine alte vegetative Kolonie, welche die übliche Grösse (4 mm Durchm.) besass, 135, eine ebenso grosse, schon mit Krystallen versehene 142 Individuen; dagegen fand ich in einem jungen biscuitförmig eingeschnürten Exemplar 216 Individuen. Von den Nestern der jungen Kolonie waren nur 31 mit einer Schale versehen, während die übrigen 185 Nester nackt und meist in Zweitheilung begriffen waren. Die junge Kolonie hatte also noch keineswegs die volle Individuenzahl erreicht und war trotzdem, wie ihre biscuitförmige Gestalt zeigte, in Zweitheilung begriffen. Möglicherweise wiederholt sich die Theilung der Kolonie bei weiterer Zunahme noch ein- oder zweimal, bis die Theilung der Nester aufhört und etwa 100—150 Nester in der Kolonie vorhanden sind. Biscuitförmige, zuweilen sehr tief eingeschnürte Kolonien habe ich zu wiederholten Malen bei jungen Collosphaeren, in einigen Fällen auch bei jungen Zuständen von *Sph. punctatum* beobachtet. Der Gallertstrang, der die beiden Hälften noch zusammenhielt, wies mehrmals gar keine Nester mehr auf; dieselben befanden sich schon sämmtlich in den beiden Theilungshälften. Eine Abschnürung habe ich während mehrstündiger Beobachtung nicht bemerkt; die Zweitheilung scheint also sehr langsam stattzufinden. Eine Betheiligung der Vacuolen in dem von Häckel und Hertwig angenommenen Sinne war auch in diesen Zuständen niemals wahrnehmbar. Es waren in diesen jugendlichen Kolonien stets nur einige kleine Vacuolen vorhanden. Auch bei *Myxosph. coerulea* und *C. pelagicum* ist in jungen Kolonien die Anzahl der Individuen erheblich grösser als in Kolonien mit Schwärmeranlagen. Es muss also auch bei diesen eine Theilung der Kolonie stattfinden. Für die anderen Arten liegen keine Beobachtungen vor.

2. Theilung der Individuen.

Häckel (5 p. 146) gelangt durch Combination der einzelnen Theilungsstadien zu folgender Schilderung der Vermehrung der Individuen: Der Process »kam besonders deutlich in kleineren Qualstern vor und betraf jedesmal mehrere Individuen der Kolonie, niemals ein einzelnes«. Neben und zwischen den kugligen bezw. linsenförmigen Nestern »trifft man in diesen Qualstern andere Nester, welche ellipsoid verlängert sind und in welchen der ursprünglich einfache centrale Oeltropfen in zwei auseinander gegangen ist.« »Das verlängerte Nest wird durch eine mittlere ringförmige Einschnürung bisquitförmig; die beiden Oeltropfen entfernen sich von einander und treten in die Mittelpunkte der beiden gleichen Nesthälften, welche endlich ihre schmale Verbindungsbrücke abbrechen und als zwei völlig getrennte, neue, junge Nester mit je einem kleinen centralen Oeltropfen neben einander liegen.« »Gewöhnlich trifft man schon den Oeltropfen, ehe noch die Verlängerung des Nestes deutlich wird. Zuweilen fehlt er aber auch ganz und man sucht ihn vergebens in den alten, wie in den jungen Zellen.« »Die jungen Nester sind oft kaum grösser als die Hälfte des Mutternestes; andere Male unterliegen sie während der Theilung zugleich einem so energischen Wachsthum, dass die eben erst entstandenen Nester fast bereits die Grösse des früheren Mutter-

nestes haben.« Eine Theilung des Mutternestes in 3 oder 4 junge Nester hat Häckel nie gesehen, stets spaltete sich jedes nur in 2 gleiche Hälften. Dagegen glaubt er oft bemerkt zu haben, dass die Theilung sich an kaum gebildeten Nestern sehr rasch wiederholen kann. Er sah nicht selten, »dass zwei kleine Nester, welche sowohl durch ihr enges Beisammenliegen, wie durch ihre geringe Grösse sich als eben erst aus der Theilung hervorgegangen bekundeten, bereits beide von neuem eingeschnürt waren, und zwar stand diese neue Theilungsebene senkrecht auf der ersten, so dass, wenn man die erste Einschnürung als eine Längstheilung auffasste, diese zweite dann Quertheilung sein würde.« Eine bestimmte Lagerung der in Theilung begriffenen Nester im Verhältniss zu den nicht sich theilenden Nestern hat er bei den Arten von *Collozoum* und *Sphaerozoum* nicht bemerkt. Dagegen scheint ein bestimmtes, derartiges Verhältniss bei *Collosphaera* constant vorzukommen. In einem der wenigen Fälle, in denen er bei dieser Species Theilungszustände der Nester beobachtete, waren die mit Schalen versehenen Nester lediglich auf der Oberfläche des Qualsters vertheilt, während im Innern kleinere, schalenlose, nackte Nester lagen. Die Nester, welche der in der Mitte des ganzen Kugelqualsters gelegenen sehr grossen Alveole zunächst sich befanden, waren die kleinsten; nach aussen nahm die Grösse der Nester zu. An vielen der mittleren und besonders der innersten Nester liess sich die Theilung durch biscuitförmige Einschnürung in 2 gleiche Hälften ganz in gleicher Weise, wie bei *Collozoum* und *Sphaerozoum* verfolgen. »An den äusseren Nestern war sie niemals sichtbar und kann natürlich, wenn die unveränderliche Kieselschale hier einmal gebildet und das Individuum als solches damit abgeschlossen ist, ebenso wenig, als bei den mit zusammenhängendem Kieselskelet versehenen Monozoen erfolgen. Es scheint also, dass die Collosphaeren-Qualster von innen heraus allseitig wachsen, indem die inneren, schalenlosen Individuen beständig durch Selbsttheilung an Zahl zunehmen und einen Theil der neugebildeten Nester nach aussen an die Peripherie vorschieben, wo diese sich mit einer Schale umgeben. Die Schalenbildung erfolgt erst, wenn die Individuen eine bestimmte Grösse erreicht haben.« In einigen Fällen beobachtete Häckel biscuitförmig in der Mitte eingeschnürte oder auch ellipsoide Gitterschalen, die dadurch entstanden sein müssen, dass bei der Ausscheidung der Kieselschalen zwei Nester ganz nahe bei einander lagen. — Cienkowski (14 p. 374) erwähnt, dass die jungen Kapseln von *Collosphaera* nackt ohne Schale in das strahlende Protoplasma eingelagert sind und sich häufig durch Abschnürung in zwei Hälften theilen. Von *C. inerme* giebt Cienkowski (p. 376) an, dass die Kapseln sich durch Theilung vermehren, indem sie Biscuitform annehmen oder sich wurmartig verlängern und krümmen und dann durch mehrere Einschnürungen in gesonderte Theile scheiden. — Hertwig (15 p. 24) hat zwar ebenso wenig wie Häckel eine Centralkapseltheilung direct beobachtet; doch konnte er sich von der Richtigkeit der Angaben, welche Häckel über die Theilungsstadien der Nester macht, überzeugen. Bezüglich des Vorkommens von zwei Oelkugeln in einer Centralkapsel macht er aber darauf aufmerksam, »dass eine Vermehrung der Oelkugeln keineswegs ein sicheres Zeichen der beginnenden Centralkapseltheilung ist, da dieselbe häufig auch zu Anfang der Fortpflanzung der Radiolarien durch Schwärmerbildung stattfindet.« Bei Collozoen, bei denen eine centrale Oelkugel gänzlich fehlte und bei denen die zu einem Haufen vereinigten Kerne das Centrum der Centralkapsel einnahmen, konnte Hertwig verfolgen, dass überall da, wo die Centralkapseln biscuitförmig gestaltet waren, jedes der erweiterten Enden seinen eigenen Kernhaufen besass. Jeder dieser Haufen enthielt ungefähr gleich viel Kerne, wie die kleinsten in der Kolonie vorhandenen runden Centralkapseln. Ausserdem fanden sich ovale Centralkapseln vor, welche von den runden kleinen bis zu den bisquitförmigen grösseren einen continuirlichen Uebergang bildeten und eine allmähliche Grössenzunahme und eine derselben entsprechende Vermehrung der Kernanzahl erkennen liessen. Aus diesen Beobachtungen kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit den Schluss ziehen, dass mit dem Wachsthum der Centralkapseln eine Vermehrung der Kerne stattfindet, dass sich dann der Kernhaufen in zwei Theile sondert und jeder der so neu entstandenen Kernhaufen das Centrum einer neuen Centralkapsel bildet. — Später spricht Hertwig (17 p. 129) noch die Vermuthung aus, dass die beiden Theilproducte stets in derselben Gallerte vereint bleiben; »der ganze Vorgang bedingt daher nicht die Anlage neuer Kolonien, sondern das Wachsthum der vorhandenen«. —

Den Angaben von Häckel und Hertwig, die ich fast sämmtlich bestätigen kann, habe ich nur wenig hinzuzufügen. Ebenso wenig wie meine Vorgänger habe ich trotz mehrfacher Bemühungen den Theilungsvorgang direct verfolgen können. Mehr oder weniger tief einge-

schnürte Individuen verschiedener Species, die ich mehrere Stunden lang beobachtete, veränderten sich während dieser Zeit in kaum merklicher Weise. Hiernach scheint es, als ob der Theilungsprozess sich bei den Sphaerozoëen-Individuen sehr langsam vollzieht. Es ist aber möglich, dass die Unnatürlichkeit der Lebensbedingungen die Theilung verzögert und dass unter natürlichen Verhältnissen die Theilung schneller verläuft. Dass eine Vermehrung der Individuen durch einfache Zweitheilung stattfindet, ist aber nicht im mindesten zweifelhaft. Man findet in jungen vegetativen Kolonien häufig den grössten Theil der Individuen in den verschiedensten Stadien der Zweitheilung begriffen. Die eingeschnürten Individuen erscheinen von oben gesehen biscuitförmig, in der Seitenansicht jedoch stets hantelförmig (Taf. 3 Fig. 6, 12; Taf. 4 Fig. 26, 29*b*; Taf. 5 Fig. 66; Taf. 6 Fig. 28*a*, *f*). Die Einschnürung ist an der einen Seite erheblich tiefer als an der anderen. In Kolonien, deren Individuen in Theilung begriffen sind, liegen die Nester zuweilen — z. B. bei *Sph. acuferum* (Fig. 1 Taf. 30) — dicht zusammengedrängt im Centrum der Kolonie, ähnlich wie in dem Taf. 5 Fig. 64 dargestellten Stück von *Sph. neapolitanum*. Vacuolen fehlen in solchen Fällen gewöhnlich ganz. Endlich habe ich noch zu erwähnen, dass ich Zweitheilung der Individuen nur in jungen vegetativen Kolonien, nicht aber in alten vegetativen oder gar in fructificativen Zuständen bemerkt habe.

3. Schwärmerbildung.

Der erste Forscher, welcher Schwärmer bei Sphaerozoëen beobachtete[1]), war Häckel (5 p. 141). Bei einer Kolonie von *Sph. punctatum* bemerkte er innerhalb der Centralkapseln »ein lebhaftes Gewimmel kleiner Körperchen, wie von Zoospermien«. Die durch Zerdrücken der Nester isolirten Schwärmer waren »kleine, wasserhelle Bläschen von 0,008—0,01 mm Durchmesser, von theils rein kugeliger, theils ellipsoid verlängerter Form«. »Jedes Bläschen erschien von einer sehr zarten, aber scharf umschriebenen Membran umschlossen und enthielt, unmittelbar der Wand anliegend, einen wetzsteinförmigen Krystall von 0,008 mm Länge, 0,0025 mm Breite, und ausserdem eine Reihe oder einen Haufen von 10—30 kleinen, dunkel fettglänzenden, runden Körnern (oder Tropfen?) von 0,0005—0,002 mm«. »Die Bewegung glich derjenigen mancher isolirten Wimperzellen und schien in engen Spiralen fortzuschreiten. Die anfangs sehr schnelle Bewegung nahm bald sichtlich ab und erlosch nach Verlauf von kaum 10 Minuten völlig.« »Bewegungsorgane irgend welcher Art, Cilien, Geisseln oder Sarkodefäden« konnten »weder während der Bewegung, noch im Ruhezustand, auch bei der stärksten Vergrösserung«, wahrgenommen werden. Häckel hat ausserdem (p. 147) Stadien der Bildung bohnenförmiger Schwärmer beschrieben und abgebildet, jedoch unrichtig gedeutet. Der Vorgang »besteht wesentlich darin, dass der gesammte Inhalt der Centralkapsel in viele gleiche Portionen (Tochternester, Keimlinge oder innere Knospen) zerfällt, deren jede sich mit einer Membran umgiebt. Wahrscheinlich platzt schliesslich die Membran des sehr vergrösserten Mutternestes und die einzelnen jungen Nester gehen auseinander.« Derartige Zustände hat er bei fast allen Arten von *Collozoum* und *Sphaerozoum*, nicht aber bei *Collosphaera* beobachtet. Die Portionen innerhalb der Centralkapsel entstehen nicht etwa durch fortgesetzte Zweitheilung, sondern dadurch, dass in jedem Neste des Qualsters gleichzeitig eine grosse Anzahl von Mittelpunkten auftritt, um welche sich der Kapselinhalt, wie um Attractionspunkte, gruppirt. »Der erste Beginn dieses Vorganges äussert sich darin, dass die mit einem dunkeln Körnchen versehenen wasserhellen, kugeligen Bläschen (Zellen?), welche die Hauptmasse

1) Bei einer *Acanthometra* hatte schon Müller (3 p. 14) die Beobachtung gemacht, dass »das Innere des Körpers ganz von kleinen Wesen, wie von Infusorien wimmelte«. Eine ähnliche Erscheinung hatte Schneider (4 p. 41) bei *Thalassicolla nucleata* beobachtet.

des Nestinhalts bilden, um gewisse, in gleichen Abständen im Kapselraum zerstreute Centralpunkte sich so ansammeln, dass man beim Zerdrücken des Nestes nicht eine gleichmässige Masse aggregirter Bläschen, sondern eine Anzahl maulbeerförmig aus Bläschenaggregaten zusammengesetzter Kugeln erhält, deren einzelne Formbestandtheile sehr innig zusammenhalten. Zuweilen ist diese Differenzirung des Nestinhaltes schon innerhalb des Nestes zu bemerken, indem die einzelnen Bläschen nicht mehr kugelig, sondern an beiden Seiten spindelförmig zugespitzt erscheinen. Das eine der beiden zugespitzten Enden enthält ein oder ein paar dunkle Körnchen, und indem viele Bläschen mit diesen Spitzen gegen ein gemeinsames Centrum gerichtet sind, entsteht ein dunkler Fleck, der schon bei schwacher Vergrösserung sichtbar ist, und die Mitte der Keime bezeichnet. Wenn die maulbeerförmigen Bläschengruppen hinreichend selbstständig geworden und gegen einander abgegrenzt sind, umgeben sie sich mit einer Membran, welche, anfangs sehr zart und kaum sichtbar, allmählich deutlicher wird und endlich fast die Dicke der Kapselmembran des Mutternestes erreichen kann«. »In dem mit reifen Keimen erfüllten Mutterneste liegen dieselben oft so eng an einander gedrängt, dass sie, ursprünglich kugelig, sich durch gegenseitigen Druck polygonal abplatten, und dass zwischen ihnen nur ein minimaler oder gar kein Rest des ursprünglichen Inhalts vom Mutterneste übrig bleibt. Dieser scheint meist ganz in der Bildung der Keime aufzugehen. Die Anzahl der auf diese Weise entstehenden Tochternester oder Keime ist in den verschiedenen Individuen und namentlich in verschiedenen Qualstern sehr wechselnd. Doch mag sie selten unter 20 sinken, während sie häufig 100 übersteigt«. Das Platzen der Membran des Mutternestes hat Häckel nicht direct sehen können; wohl aber begegnete er zuweilen Qualstern, in denen neben mehreren sehr grossen Nestern, die mit zahlreichen Keimen ganz vollgepfropft waren, mehrere Gruppen von sehr vielen, nahe beisammenliegenden kleinen Nestern sichtbar waren — offenbar frei gewordene Keime, die nach dem Austritt aus dem zerstörten Mutternest sich getrennt hatten«. Die Oelkugeln zeigten ein sehr eigenthümliches Verhalten, das Häckel nicht zu deuten weiss. Er traf entweder in jedem »Tochterneste« je eine kleine Oelkugel, oder er fand die grosse centrale Oelkugel des Mutternestes unverändert und in den Tochternestern entweder gar keine oder eine sehr kleine Oelkugel, oder endlich die Oelkugeln fehlten überhaupt vollkommen. Im letzteren Falle schienen sie manchmal ausserhalb der Nester in den Pseudopodien zu liegen (s. unten »Extracapsulare Körper«).

Cienkowski (14 p. 374) studirte bei Collosphaeren die Bildung von Krystallschwärmern. Der vorher homogene Inhalt der Centralkapsel von *Collosph. Huxleyi* zerfällt »in eine Menge kleiner Kügelchen«. Lebenskräftige Exemplare von *Collosph.* (*Acrosph.*) *spinosa* liessen schon beim Fange eine Unzahl kleiner Kügelchen in den Nestern erkennen. Am nächsten Tage fand er, statt der gewöhnlichen wurstförmigen oder kugeligen Kolonien, die er in Culturgläser gesetzt hatte, Haufen von gelblichen Körnchen, welche sich unter dem Mikroskope als Kapseln von *Collosph. spinosa* erwiesen. »Die Alveolen, an denen sie angeheftet sassen, waren ganz verschwunden, von dem strahligen Protoplasma blieb nur hier und da an den Kapseln anklebend eine Spur übrig. Die Kapseln waren dicht an einander gedrängt.« In mehreren Kapseln nahm Cienkowski eine wimmelnde Bewegung der eingeschlossenen Körperchen wahr, die in kurzer Zeit fast alle Kapseln des Haufens ergriff und mit massenhaftem Ausschwärmen endigte. »Neben Kapseln, deren Inhalt noch homogen, nicht differenzirt blieb, lagen welche, die schon voll von ruhenden, andere, die von schwärmenden Kügelchen erfüllt waren.« An einer Kapsel sah er die letzteren aus einer Stelle massenhaft heraustreten. Die munter umherschwimmenden »Collosphaera-Schwärmer sind 0,008 mm lang, eiförmig, am schmalen Ende, welches zwei lange Cilien trägt, etwas schief abgestutzt. In allen Zoosporen fand sich ein krystallinisches, an beiden Polen abgerundetes oder zugespitztes Stäbchen (0,004 mm lang), welches oft über den Körper etwas hervorragte. Fügt man noch einige Oelbläschen hinzu, so ist damit schon alles bezeichnet, was man von geformten Elementen an dem nackten protoplasmatischen Körper der Zoospore wahrnehmen kann.« Bewegungslose, oft eckige und zugespitzte Zoosporen werden als Entwicklungsstadien der Schwärmer, die im Begriff sind, sich aus dem Kapselinhalte zu formen, gedeutet. Sie zeigten dieselbe Zusammensetzung wie die Schwärmer und waren oft in Abschnürung begriffen. »Die Bewegung der Zoosporen dauert über 24 Stunden, dann zerfliessen sie, das Stäbchen und die Oelbläschen zurücklassend«. Die Bemühungen, sie weiter zu cultiviren, blieben erfolglos. Für die Auffassung dieser Schwärmer als Radiolarienzoosporen »spricht ihre Bildung aus dem Kapselinhalte«, die Cienkowski, »wenigstens für die ersten Stadien, bei *Collosph. Huxleyi* auf dem Objectträger direct beobachten konnte, ferner die in Abschnürung begriffenen Protoplasmatheile, die das Stäbchen, welches man so oft im unge-

theilten Kapselinhalte in grosser Zahl findet, schon enthielten. Diese Thatsachen, sowie auch das normale Aussehen des Inhaltes machen die Voraussetzung, es wären hier doch parasitische Monaden im Spiele, nicht zulässig.« Auch bei *C. inerme* fand Cienkowski (p. 376) einige Stadien der Schwärmerbildung, erkannte jedoch noch nicht, dass er zwei verschiedene Entwicklungsweisen (Bildung von krystallführenden und krystallosen Schwärmern) vor sich gehabt habe. Er bemerkte, dass auch bei Collozoen, die sich zur Schwärmerbildung anschicken, die Kapseln durch Ausscheidung einer »harten Membran« scharfe Umrisse bekommen und bedeutend wachsen. »Ihr Inhalt enthält ausser der Oelblase nicht selten eine Menge kleiner krystallinischer Stäbchen, die ganz denen, die wir bei Collosphaera-Zoosporen fanden, gleichen. Diese Stäbchen scheinen indessen für die weitere Formung des Inhaltes von keiner Bedeutung zu sein, da ähnlich sich verhaltende Kapseln mit oder ohne Stäbchen in derselben Colonie nicht selten vorkommen. Der Anfang der Differenzirung des Inhaltes wird durch das Zerfallen in keilförmige, radial um die Oelblase gestellte Partien angekündigt. Uebrigens ist diese Anordnung keineswegs ausnahmslos, da die Inhaltsbestandtheile ebenso oft unregelmässige oder kuglige Massen bilden. Die Differenzirung schreitet nun weiter fort: die grossen Protoplasmapartien zerfallen in eine Unzahl kleiner Körperchen, die wiederum durch Abschnürung sich theilen können. Zerdrückt man eine Kapsel in diesem Stadium, so sieht man austretende nackte Inhaltsballen von verschiedener Grösse, die schon aus lauter kleinen Körperchen zusammengesetzt sind«. Die Oelkugeln verhalten sich vollkommen indifferent bei der Bildung der Zoosporen. »Sie liegen theils in den Ballen eingeschlossen, theils frei zwischen den Haufen umher. Wo nur eine Oelblase vorhanden war«, hat Cienkowski sie stets »ausserhalb der Kügelchenaggregate gefunden«. Die Kolonien bekommen während der Differenzirung des Inhaltes »ein grob punktirtes Aussehen, bedingt durch die scharfen Umrisse der Kapseln und durch die sie bedeckenden gelben Zellen. Nach und nach verschwinden die Alveolen und das strahlende Protoplasma fast gänzlich; die Kapseln werden dadurch gewöhnlich so nahe an einander gepresst, dass sie abgeflacht, wie ein Parenchymgewebe, dessen Intercellularräume von gelben Zellen erfüllt sind, aussehen«. Das Ausschwärmen der Zoosporen hat Cienkowski bei *Collozoum* nicht beobachtet.

Hertwig (15 p. 26—42) hat bei *C. inerme* den Verlauf der Schwärmerbildung und das Verhalten der wichtigsten Bestandtheile des Radiolarienkörpers während dieses Processes in sehr eingehender Weise studirt. Er machte dabei die wichtige Entdeckung, dass bei *Collozoum* entweder Krystallschwärmer oder aber Makro- und Mikrosporen gebildet werden. Bei Beginn der Bildung von Krystallschwärmern ist die grosse Oelkugel, welche das Centrum des Nestes einnimmt, umgeben von den Kernen, die ungefähr 0,006 mm gross sind und den Zwischenraum zwischen Oelkugel und Kapselmembran völlig erfüllen. Die Kerne stossen dicht an einander, ohne sich jedoch polyedrisch abzuplatten. Spärliches körniges Protoplasma füllt die Lücken, welche zwischen den einzelnen Kernen übrig bleiben, und bildet eine dünne Lage unter der Kapselmembran. Im Protoplasma finden sich einzelne grössere Fettkörnchen, welche dann zu ein oder zweien den einzelnen Kernen zuertheilt sind und denselben dicht anliegen. Im Umkreise der Kerne entwickeln sich die Krystalle. Zuerst erscheinen sie nur wie verlängerte und beiderseits zugespitzte Körnchen, und zwar ist je eines derselben je einem Kern dicht angelagert. Allmählich wachsen dann die kleinen stäbchenförmigen Körper zu den bekannten wetzsteinförmigen Krystallen heran. Gleichzeitig mehren sich die Fettkörnchen im Umkreise der Kerne. Der Kapselinhalt erscheint in Folge dessen undurchsichtig: nur an den dünnen Randpartien kann man noch verfolgen, wie der ganze Centralkapselinhalt nach der Zahl der Kerne in Stücke zerfällt. Ein jedes Stück besteht aus einem Kern, einem dem Kern anlagernden krystallähnlichen Körper, einer Summe von Fettkörnchen und spärlichem Protoplasma, welches die genannten Bestandtheile zusammenhält. Um diese Zeit sinkt die ganze Kolonie zu Boden; die Alveolen schwinden und die Centralkapseln sammeln sich im Centrum der Gallerthülle zu einem Haufen, der bei auffallendem Lichte einen kreideartigen Anblick gewährt. Auch die übrigen Bestandtheile nehmen an den Umbildungsprocessen theil. Zerdrückt man eine Centralkapsel, die nur noch wenig von der Reife der Schwärmer entfernt ist, so findet man statt der Oelkugel das helle, blasenartige Substrat, in dem nur noch wenige Fettkörnchen vorhanden sind. Die Bestandtheile, welche die Oelkugel bildeten, sind somit bis auf das eiweissartige Substrat resorbirt und wahrscheinlich zu den Fettkörnchenhaufen verwandt worden, welche die Kerne umgeben. Die gelben Zellen zerfallen in kleine gelbe und farblose Körnchen, welche das Sarkodenetz erfüllen, das bis kurze Zeit vor dem Ausschwärmen der jungen Brut die einzelnen Centralkapseln unter einander verbindet. Auch unregelmässig geschrumpfte Zellen, und solche, von denen sich Stücke losgelöst haben, finden sich. Hertwig (p. 31) vermuthet daher, dass der Zerfall der gelben Zellen

bei der Fortpflanzung das normale ist. Wenn sämmtliche Bestandtheile der Kolonie zum Aufbau der Schwärmer aufgebraucht und die extracapsularen Sarkodenetze eingezogen sind, so fallen die einzelnen Centralkapseln, welche jetzt jeder festeren Verbindung entbehren, bei der geringsten Berührung aus einander, platzen und entleeren ihren Inhalt, der aus zahllosen, schon innerhalb der Kapsel in tumultuarischer Bewegung begriffenen Schwärmern besteht. Die völlig reifen und ausgebildeten Schwärmer bilden ovale, nach dem vorderen Ende etwas zugespitzte Körper. Das vordere Drittel, an dem auch die ausserordentlich lange Geissel befestigt ist, enthält den völlig homogenen Kern, der jedoch erst nach Behandlung mit Reagentien sichtbar wird. Dem hinteren Ende genähert, aber in der Längsaxe des Schwärmerkörpers gestreckt, liegt der Krystall, umgeben von einem Haufen Fettkörnchen. Noch nicht ganz reife Schwärmer besitzen eckige Contouren und hängen noch mit einander zusammen. Häufig besitzen sie schon Geisseln, während die hinteren Enden sich in lange, mit anderen Schwärmern sich verbindende Protoplasmafäden ausziehen. Nach höchstens einer Stunde starben die Schwärmer ab, ohne dass weitere Entwicklung stattgefunden hätte. Die Entwicklung der Schwärmer ohne Krystalle verläuft bei *C. inerme* in folgender Weise: Die grossen unregelmässig gruppirten Kerne der Centralkapsel zerfallen durch Theilung in mehrere kleinere Kerne, welche im Zusammenhang bleiben und kleine Kerntrauben bilden. In den Interstitien zwischen den Kernen findet sich feinkörniges Plasma, welches in der Peripherie eine ansehnlichere Schicht bildet. Die Oelkugeln sind in der Zweizahl vorhanden. Durch fortschreitende Kerntheilung entstehen Kernhaufen, die sich durch Druck gegenseitig polygonal abplatten und fast den ganzen Inhalt der gleichzeitig an Grösse beträchtlich zunehmenden Centralkapsel ausfüllen. Wahrscheinlich werden auch in diesem Stadium die einzelnen Kerne eines Haufens durch geringe Spuren von homogenem Protoplasma zu einer gemeinsamen Masse verbunden. Die entstandenen Kernhaufen sind entweder um eine einzige centrale Oelkugel gruppirt oder sie sind, wenn mehrere Oelkugeln vorhanden waren, jedesmal rosettenartig um diese angeordnet. Im letzteren Falle kann eine centrale Oelkugel an Grösse überwiegen und von einem Kranz kleinerer umgeben sein, oder die einzelnen Oelkugeln besitzen gleiche Grösse und gleiche Beschaffenheit. »Bilder letzterer Art sind es jedenfalls gewesen, welche Häckel zur Annahme einer endogenen Vermehrung der Centralkapseln veranlasst haben.« Die Kernhaufen wachsen, indem sich homogenes Plasma um die einzelnen Kerne ansammelt. Es entstehen so grosse, durch gegenseitigen Druck ebenfalls polyedrisch abgeplattete Körper, welche bis auf einen Saum körnigen Plasmas die Kapsel vollkommen erfüllen. Diese Körper erscheinen anfänglich homogen, da das Lichtbrechungsvermögen der Kerne und des Plasmas des Radiolarienkörpers nahezu gleich ist; später erscheint eine polygonale Felderung auf der Oberfläche, durch welche die einzelnen Körper in zahlreiche kleinere Stücke zerfallen. Beim Zerzupfen conservirter und gefärbter Centralkapseln dieses Stadiums isolirt man rundliche, ovale oder bisquitförmig eingeschnürte Körper, welche zahlreiche Kerne umschliessen und entsprechend der Anzahl der Kerne in kleine Stücke eingetheilt sind. Daneben finden sich ausserdem noch Körper, welche fast nur aus Kernen zu bestehen scheinen und deshalb sich nahezu gleichmässig und intensiv imbibiren. Höchst wahrscheinlich werden die letzteren Anlagen zu Mikrosporen, die ersteren zu Makrosporen. Entweder erst jetzt, zuweilen jedoch schon früher treten Fettkörnchen auf, während die Oelkugeln gleichzeitig schwinden. Wenn dieselben in sehr grosser Anzahl vorhanden sind, fehlen die Oelkugeln vollkommen. Durch die Vertheilung der Fettkörnchen werden die Centralkapseln vor der Reife vollkommen undurchsichtig und erscheinen bei auffallendem Licht wie weisse Punkte. Hierbei kriechen sie in derselben Weise wie bei Bildung der Krystallschwärmer zu einem centralen Haufen zusammen, die Alveolen schwinden und die ganze Kolonie sinkt zu Boden. Einige Male konnte sich Hertwig auch davon überzeugen, dass die gelben Zellen in gelbe Körnchen und Körnchenhaufen zerfallen. Ein Theil der durch Zerzupfen isolirten Klumpen wird durch kleine Schwärmeranlagen, ein anderer durch grosse gebildet. Die Grösse des Klumpens kommt hierbei nicht in Betracht. Die einzelnen Schwärmeranlagen sind stets wie die Zellen einer Furchungskugel durch Druck gegen einander polyedrisch abgeplattet. Einer jeden Anlage ist ein Häufchen Fett wie äusserlich angeklebt, und sitzt dem nach aussen gekehrten Ende auf. Neben diesen kugligen Massen findet man weiterhin mehr oder minder reife Schwärmer: Formen, die mit ihren centralen, kernführenden Enden noch zusammenhängen, andere, welche vollkommen losgelöst sind, aber noch keine Geissel besitzen, endlich völlig reife Schwärmer. Die letzteren zeichnen sich durch eine ausserordentlich charakteristische bohnenförmige Gestalt aus; dieselbe wird durch eine Furche bedingt, welche schräg von dem vorderen Ende der linken Seite zu dem hinteren Ende der rechten Seite sich hinzieht. An dem am meisten hervorragenden Punkte der oberen Umrandung

der Furche sitzt die Geissel, die stets in der Einzahl vorhanden ist. Sie ist von beträchtlicher Länge und schwingt die Furche entlang. Das vordere Ende des Schwärmers ist homogen; in ihm kann durch Osmiumsäure und Carmin ein grosser Kern nachgewiesen werden, der fast das ganze vordere Ende allein bildet. Das hintere Ende enthält zahlreiche Fettkörnchen, die gleichmässig durch das Plasma vertheilt sind. Die Fettkörnchen sind viel zahlreicher als bei der anderen Schwärmerform, dagegen fehlt jede Andeutung eines krystallartigen Körpers. Die Schwärmer liessen bei allen Collozoen eine erhebliche Grössenverschiedenheit erkennen, während sie im Bau ganz übereinstimmten. Die Makrosporen besassen stets die doppelte Länge und Breite, wie die Mikrosporen. Die geringe Grösse der letzteren wurde im wesentlichen durch das geringere Quantum an Plasma bedingt, während der Kern dem der Makrosporen nur wenig nachstand. Dementsprechend ist bei den Mikrosporen das vordere Ende viel breiter als das hintere, welches nur wie ein kleines Anhängsel des Kernes aussieht. Die constante Grössenverschiedenheit führt Hertwig zu der Vermuthung, dass bei den Schwärmern eine geschlechtliche Differenzirung vorhanden ist. Copulation hat er jedoch nicht beobachtet; die Schwärmer gingen stets nach kurzer Zeit zu Grunde. — Ausser bei *C. inerme* beobachtete Hertwig (p. 39) auch bei *Collosphaera* die Bildung von Schwärmern, jedoch nur solcher mit Krystallen. Der Verlauf ist im wesentlichen wie bei *Collozoum*. Die Krystallschwärmer selbst sind grösser als die von *Collozoum*, besitzen aber auch eine einfache Geissel, im vorderen Ende einen Kern, im hinteren den Krystall und die Fettkörnchen. Die Ansicht von Cienkowski, dass Krystalle in den Schwärmeranlagen ebenso gut fehlen wie vorkommen können, weil sich in derselben Kolonie ein Theil der Kapseln in der einen, ein anderer Theil in der anderen Weise entwickelt habe, hält Hertwig für irrthümlich und glaubt, dass Cienkowski zwei zufällig verklebte Kolonien für eine einzige gehalten habe (s. oben p. 73, 78). Schliesslich wirft Hertwig (p. 41) noch die Frage auf, ob den beiden Schwärmerformen eine Verschiedenheit der Species zu Grunde liegt, oder ob wir es mit zwei verschiedenen Entwicklungsweisen einer und derselben Species zu thun haben. Er nimmt das erstere an, wenn es ihm »auch nicht geglückt ist, im Bau der Centralkapseln Unterschiede zu entdecken, welche auch ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte beide Arten scharf aus einander zu halten erlaubten«, und hebt hervor, »dass in den Fällen, in denen die Schwärmer mit Krystallen zur Entwicklung kamen, die Centralkapseln durchgängig eine kuglige, runde Gestalt besassen, dass dagegen ovale und langgestreckte Kapseln die zweite Schwärmerform ausbildeten, dass ferner letztere im Durchschnitt grösser waren als erstere.« Beide Entwicklungsweisen »stimmen darin überein, dass alle Theile des Körpers (Oelkugeln, gelbe Zellen, extracapsulare Sarkode) zur Bildung des Schwärmers aufgebraucht werden und dass somit das Mutterthier sich völlig in die Tochterorganismen auflöst. Hieraus folgt, dass die Centralkapsel nicht als Fortpflanzungsorgan gedeutet werden kann, da an der Fortpflanzung alle Theile des Radiolars Theil nehmen und für sie somit kein besonderer Apparat differenzirt ist.« — In seiner späteren Arbeit theilt Hertwig (17 p. 129, 130) keine neuen Thatsachen über Schwärmerbildung mit. —

Brandt (18 p. 395) stellte fest, dass die von Hertwig aufgefundenen Unterschiede der *Collozoum*-Kolonien nur Symptome der einen oder der anderen Schwärmerbildung sind. Die Unterschiede treten erst bei Beginn der Schwärmerbildung auf, vor derselben aber fehlen sie vollkommen. Ebenso war es bei *Sph. punctatum*, bei dem der Verf. ebenfalls die Entwicklung sowohl von Krystallschwärmern, als auch von bohnenförmigen Schwärmsporen in allen Stadien verfolgen konnte. *C. inerme* und *Sph. punctatum* besitzen demnach zwei verschiedene Entwicklungsweisen. Auch bei *Collosph. Huxleyi* wurden Stadien beobachtet, welche die Bildung der beiden verschiedenen Schwärmerarten sehr wahrscheinlich machten. Brandt spricht daher die Vermuthung aus, dass bei den Sphaerozoëen ein ähnlicher Generationswechsel, wie bei den Algen vorkommt, und dass die Makro- und Mikrosporen den geschlechtlichen Schwärmern der Algen, die auch oft in Makro- und Mikrosporen differenzirt sind, entsprechen, während die Krystallschwärmer mit den ungeschlechtlichen Schwärmern der Algen in Parallele zu bringen sind. In den meisten übrigen Punkten konnte der Verf. die Angaben Hertwig's bestätigen. —

Meine früher ausgesprochene Ansicht, dass bei den Radiolarien ein ähnlicher Generationswechsel vorliegt, wie bei den Algen, hat durch die neuen Untersuchungen bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Es ist mir gelungen, bei 7 Species sowohl die Bildung von Isosporen (Krystallschwärmern), als von Anisosporen (Makro- und Mikrosporen) mit

Sicherheit nachzuweisen; bei den 3 anderen Arten habe ich bisher nur eine Art der Schwärmerbildung — bei *C. pelagicum* und *Sph. neapolitanum* nur Isosporen, bei *Sph. acuferum* nur Anisosporen — zu erkennen vermocht. Für die Krystallschwärmer musste ich eine neue Bezeichnung wählen, weil bei mehreren Arten die Makro- und Mikrosporen ebenso gut Krystalle enthalten, wie die Isosporen. Auch die Form der Schwärmer bietet keinen sicheren Anhalt; vielleicht ist sogar bei den Collosphaeriden nicht einmal eine Unterscheidung der Anisosporen in grössere und kleinere, also in Makro- und Mikrosporen durchführbar. Sicher ist jedoch, dass bei allen 7 Species zwei verschiedene Weisen der Sporenbildung vorhanden sind, von denen die eine zur Bildung der mit vollkommen gleichen Kernen versehenen Isosporen führt, während bei der anderen Anisosporen mit durchgreifend verschiedenen Kernen entstehen.

I. Bildung der Isosporen.

Die Bildung von Isosporen habe ich bei allen Sphaerozoëen-Arten mit Ausnahme von *Sph. acuferum* beobachtet und theils an lebendem, theils an conservirtem Material studirt. Da jedoch Häckel auch in *Sph. acuferum* (und *italicum*) Krystalle bemerkt hat, so findet höchst wahrscheinlich auch bei dieser Species die Bildung von Isosporen statt. Obgleich bei den verschiedenen Arten der Verlauf der Schwärmerbildung in den wesentlichen Zügen übereinstimmt, so kommen doch auch nicht unerhebliche Unterschiede vor. Im Nachfolgenden werde ich meine Beobachtungen an den einzelnen Arten anführen und am Schlusse dieses Abschnittes die Resultate zusammenfassen und meine Beobachtungen mit denen früherer Forscher in Einklang zu bringen suchen.

1. *Myxosphaera coerulea.*

Die vegetativen Zustände von *Myxosph. coerulea* bilden langgestreckte Kolonien mit sehr zahlreichen, kleinen Vacuolen (Taf. 1 Fig. 40, 8). Die Nester sind vollkommen farblos und enthalten nur wenige, aber ziemlich ansehnliche Kerne (Taf. 2 Fig. 18, Taf. 4 Fig. 14, Taf. 5 Fig. 11 *a*). Bei Beginn des fructificativen Zustandes verschmelzen die Vacuolen mit einander, die Kolonie nimmt nach und nach die Kugelgestalt an und enthält schliesslich nur eine einzige grosse Vacuole mit weicher Gallerte. Die allmähliche Veränderung der Form der Kolonie und die Abnahme der Zahl ihrer Vacuolen ist auf Taf. 1 in den Figg. 40, 8, (7), 9, 2, (6), 3, 4, 5 dargestellt.

Während mit der Kolonie die angedeuteten Veränderungen vor sich gehen, nehmen die Kerne durch wiederholte Zweitheilung rasch an Zahl zu und an Grösse entsprechend ab. Sie rücken dabei nicht nach dem Centrum der Markmasse, sondern bilden nach wie vor eine einfache Lage in der Nähe der Centralkapselmembran. Noch ehe die Kerne ihre definitive Anzahl erreicht haben, treten blaue Pigmentkörner und Krystalle auf, erstere in unmittelbarer Umgebung der Oelkugel, letztere in der Nähe der Kerne, und zwar an der inneren, der Oel-

kugel zugewendeten Seite derselben. Die Pigmentkörner und die Anlagen der Krystalle erscheinen häufig gleichzeitig; doch kommt es auch vor, dass die Pigmentkörner schon auftreten, wenn die kleinen Vacuolen der vegetativen Kolonien anfangen, zu grösseren zu verschmelzen, und wenn die starke Zunahme der Kerne eben beginnt. Die Krystalle dagegen, von denen später je einer jedem Schwärmer mitgegeben wird, treten gleich in der vollen Anzahl auf. Sie sind deshalb in der Zeit ihres ersten Auftretens zahlreicher als die Kerne, die ihre volle Zahl erst später erreichen.

Beim Auftreten der Krystalle und des Pigmentes enthält die Kolonie gewöhnlich nur noch wenige grosse Vacuolen und erreicht bald darauf die Kugelgestalt. Die Individuen entsprechen dem Schema Taf. 5 Fig. 11 *b*. Die Kerne bilden eine einfache Lage. Auf ihrer Innenseite liegen die feinen Krystalle. Noch weiter nach innen, dicht an der Oelkugel liegen Pigmentkörner. Die Zwischenräume werden von intracapsularem Plasma ausgefüllt.

Während dann die Pigmentkörner an Zahl, die Krystalle an Grösse zunehmen, vermehren sich auch die Kerne, ohne dabei aber kleiner zu werden. Da die Kerne auch nicht an Färbbarkeit mit Tinctionsmitteln abnehmen, so kann die Zunahme der Kernmasse nicht etwa daran liegen, dass die Kerne Plasma aus der Umgebung unverändert in sich aufnehmen, sondern nur an einer Zunahme des Chromatins selbst. Die Folge davon ist, dass die Kerne, die sämmtlich in der peripherischen Schicht bleiben, schliesslich an einander gepresst werden und keilförmige Gestalt annehmen (Taf. 4 Fig. 18). Gleichzeitig zieht sich die ganze Markmasse etwas von der Centralkapselmembran zurück und zeigt an der Oberfläche leichte Einkerbungen, die den Kernen entsprechen.

Die Kolonie ist während dieser Veränderungen allmählich kuglig geworden und enthält Nester, wie sie Taf. 5 Fig. 11 *c* schematisch dargestellt sind. Die Kerne sind dicht aneinander gedrängt und behalten ihre keilförmige Gestalt auch bei der Abtödtung bei, obgleich sich ihre Grösse dabei erheblich verringert (Taf. 4 Fig. 15, Taf. 5 Fig. 9). An ihrer inneren Seite, zum Theil aber auch zwischen ihnen, liegen die Krystalle. Das Pigment umhüllt die Oelkugel von allen Seiten und wird zum Theil schon zwischen die keilförmigen Portionen des Centralkapselinhaltes gedrängt (Taf. 2 Fig. 10).

Die Pseudopodien, die bis dahin ein dichtes Netz gebildet hatten, werden jetzt zum grossen Theil eingezogen, so dass jedes Individuum von einer dicken Schicht von Rindensubstanz umhüllt ist. Gleichzeitig ändert die Substanz des Gallertmantels, in dem die Individuen liegen, ihre Consistenz und wird schleimig; dagegen bleibt die weiche Gallertsubstanz, welche die grosse Vacuole erfüllt, unverändert. Bei dem Einziehen der Pseudopodien werden auch die Individuen sämmtlich zu einem, seltner zu zwei oder mehreren kleinen Klumpen zusammengezogen, die sich von der Gallertvacuole loslösen und rasch untersinken. Das Zusammenrücken der Individuen wird durch die Verschleimung der umgebenden Gallertsubstanz natürlich wesentlich erleichtert. Die untergesunkenen blauen Klumpen bestehen aus dicht zusammengedrängten Individuen und besitzen einen Durchmesser von ca. 1 mm. Die zusammengezogene Rindensubstanz mit den gelben Zellen bildet die Zwischenmasse der Kapseln und füllt die

Lücken vollständig aus. Sie ist im Begriff in kleine Plasmastücke zu zerfallen, entsendet aber von der Oberfläche des Klumpens noch zahlreiche Pseudopodien.

Das Zusammenrücken der Individuen zum Klumpen erfolgt bei vollkommen ungestörten Kolonien meist erst ganz kurze Zeit vor dem Ausschwärmen. In den Individuen haben inzwischen die Kerne ihre volle Anzahl, und die Krystalle ihre definitive Grösse erreicht. Wenige Stunden vor dem Ausschwärmen, sobald die Bildung der Schwärmeranlagen beginnt, erfährt schliesslich noch die Oelkugel tief eingreifende Veränderungen. Die gesammte Fettmasse derselben tritt heraus und vertheilt sich in Form feiner Fettkörnchen in dem ganzen Kapselinhalt, so dass die Masse ganz undurchsichtig wird. Das Schicksal des Substrates der Oelkugeln habe ich nicht ermitteln können; ebenso wenig vermag ich anzugeben, in welcher Weise die Vertheilung des Fettes geschieht. Bei der Entleerung der Oelkugel gehen bedeutende Lageveränderungen im Kapselinhalt vor sich. An lebenden Individuen erkennt man das an der veränderten Anordnung der Pigmentmassen (Taf. 4 Fig. 11), bei abgetödteten an der veränderten Lage der Kerne. Vor dem Schwinden der Oelkugel liegen die Kerne sämmtlich in einer einzigen Schicht nahe der Centralkapselmembran, bald nach der Veränderung der Oelkugel jedoch rückt ein Theil von ihnen nach innen. Diese Lageveränderung hängt augenscheinlich damit zusammen, dass um diese Zeit sich die Schwärmeranlagen ausbilden. Das intracapsulare Plasma mit den Fettkörnern zerklüftet sich dabei wahrscheinlich in so viele gleiche Theile, wie Kerne vorhanden sind, und je ein solcher Theil vereinigt sich mit je einem Kern und dem an ihm liegenden Krystall (Taf. 5 Fig. 11 *d*). Diese Anlagen werden noch innerhalb der Centralkapselmembran zu reifen Schwärmern und gerathen in wimmelnde Bewegung. Unmittelbar vor dem Ausschwärmen scheint die Centralkapselmembran aufgelöst oder doch in eine schleimige nachgiebige Substanz verwandelt zu werden. Dass die Schwärmer nicht durch einfaches Bersten der Membran frei werden, geht mit Bestimmtheit daraus hervor, dass nach dem Hervortreten der Schwärmer von der vorher so deutlichen Centralkapselmembran nichts mehr zu erkennen ist.

Bei den reifen Schwärmern konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob nur eine Geissel sich am Vorderende befindet oder noch eine zweite dicht daneben inserirt ist. Nur an einem Schwärmer glaube ich die zweite Geissel erkannt zu haben (Taf. 5 F. 10). Die eben ausgetretenen Schwärmer besitzen gewöhnlich einen langen, pendelartig schwingenden Fortsatz am Hinterende, der später eingezogen wird. Das Vorderende des Schwärmers enthält den grossen Kern, das Hinterende den Krystall und zahlreiche Körner. Statt eines Krystalles sind zuweilen zwei vorhanden, ohne dass der Schwärmer deshalb grösser ist. Blaue Pigmentkörner werden nur ganz ausnahmsweise in die Schwärmer übernommen; im Allgemeinen bleibt das gesammte Pigment mit den übrigen Resten der Kolonie zurück.

Von der Kolonie bleiben beim Ausschwärmen zurück: die Rindensubstanz, die Gallertvacuole, die gelben Zellen und das blaue Pigment. Alle diese Theile, mit Ausnahme der gelben Zellen, gehen zu Grunde. Die Rindensubstanz, die noch bis zum Ausschwärmen der Zoosporen Pseudopodien aussendete, zerfällt gleich nach dem Austreten der Schwärmer in

kleine Kügelchen, an denen ich keine Lebenserscheinungen mehr wahrnehmen konnte. Ich habe auch nicht bemerken können, dass etwa ein Theil der Rindensubstanz während der Schwärmerbildung in die Centralkapsel aufgenommen wird. Die Gallertmasse, welche einst die grosse Vacuole der Kolonie erfüllte, bleibt nach dem Loslösen und Untersinken des Klumpens schweben und wird schliesslich durch eindringende Infusorien zerstört. Das Pigment endlich löst sich sehr bald im Wasser auf. Nur die gelben Zellen bleiben unverändert und leben, wie ich früher bereits gezeigt habe, monatelang weiter.

Im Verlaufe der Schwärmerbildung werden die Kerne allmählich doppeltbrechend. In den vegetativen Individuen sind die Kerne noch einfach brechend; in den ersten Stadien der Bildung von Krystallschwärmern (Taf. 5 Fig. 11*b*) sind sie schwach, in den folgenden Zuständen, sowie in den Schwärmern selbst (Taf. 5 Fig. 10), aber sehr stark doppeltbrechend. Betrachtet man ein solches Individuum, wie es Taf. 2 Fig. 10 oder Taf. 5 Fig. 11*c* dargestellt ist, in polarisirtem Lichte, so bemerkt man sehr stark doppeltbrechende, dicht an einander gepresste, keilförmige Stücke, welche in ihrer Lage ganz den Kernen entsprechen, und innen davon die bedeutend schwächer doppeltbrechenden Krystalle, die ihrer Gestalt wegen leicht zu erkennen sind. Auch in Balsampräparaten kann man sich an intacten und sicherer noch an zerzupften Individuen mit Bestimmtheit davon überzeugen, dass die tingirten Kerne in hohem Grade doppeltbrechend sind.

2. *Collosphaera Huxleyi.*

Die ausgewachsenen Zustände von *Collosph. Huxleyi* gehen durch starke Vermehrung der in doppelter Schicht gelegenen Kerne in den fructificativen Zustand über. Die feinen Krystalle, welche den Schwärmern mitgegeben werden, treten erst spät, die grossen Krystalle dagegen und das Pigment schon recht frühzeitig auf. Die Pigmentkörner werden, wie bei *Myxosph. coerulea*, in der unmittelbaren Umgebung der Oelkugel gebildet, die Krystalle in dem breiten Raume zwischen der Pigmentschicht und der inneren Kernschicht. Die fructificativen Kolonien sind wegen der blauen Färbung ihrer Nester leicht kenntlich. Die Vorgänge der Schwärmerbildung an lebenden Individuen zu verfolgen ist bei *Collosph. Huxleyi* sehr viel schwieriger als bei den anderen Sphaerozoëen. Die dicke Kieselschale, die sehr derbe Centralkapselmembran, die grossen, fettartig glänzenden Krystalle und das Pigment im Centralkapselinhalte, zusammen mit der bedeutenden Grösse der Nester, lassen ein genaueres Studium nicht zu[1]).

Die Resultate, die ich bei Untersuchung conservirter Präparate gewonnen habe, sind kurz folgende: Frühe Stadien der Bildung von Krystallschwärmern besitzen eine doppelte Reihe von Kernen, die schon ziemlich zahlreich und meist in Theilung begriffen sind, und innen davon die grossen Krystalle, die etwa halb so lang (0,02—0,025 mm) und so dick sind, als in späteren Stadien (s. das Schema Taf. 5 Fig. 47*a*). Die Kerne besitzen einen Durch-

1) Die Figuren nach dem Leben (Taf. 2 Fig. 12 und 11) zeigen wenig mehr als das Verhalten der extracapsularen Theile und die Vertheilung des Pigmentes.

messer von 0,0035—0,004 mm und sind vollkommen homogen (Taf. 5 Fig. 44). In etwas älteren Stadien findet man schon kleine Krystalle, die den Kernen unmittelbar anliegen (Taf. 5 Fig. 45), aber häufiger sind als diese. Die Kerne haben an Zahl bedeutend zugenommen; sie sind schon etwas an einander gedrängt und besitzen in Folge dessen eine längliche Gestalt. Ihre Länge beträgt 0,0045 mm, die Dicke 0,0035 mm. Die grossen Krystalle sind nach allen Dimensionen gewachsen und sind zum Theil schon 0,035 mm lang. Unmittelbar vor Bildung der Schwärmeranlagen befinden sich die einzelnen Theile des Centralkapselinhaltes noch in derselben Lage zu einander wie in den früheren Stadien. Die Kerne bilden eine doppelte Schicht und sind dicht an einander gepresst. Von Differenzirung ist in ihnen nichts zu erkennen. Die feinen Krystalle, die ihre volle Grösse (0,003 mm) erreicht haben, liegen den Kernen, deren Länge 0,0045 mm beträgt, dicht an (Taf. 5 Fig. 46, 47*b*). Die grossen Krystalle liegen zwischen der Oelkugel und der inneren Kernschicht und sind sehr lang (bis 0,04 oder 0,05 mm) und dick.

Bei Bildung der Schwärmeranlagen findet ebenso wie bei den anderen Arten ein Zusammenrücken der Individuen zu einem Klumpen und ein vollständiger Verbrauch der Oelkugel statt.

An lebenden und an abgetödteten Schwärmern (Taf. 5 Fig. 43) konnte ich mich von dem Vorhandensein zweier Geisseln überzeugen. Die Körner liegen nicht, wie bei den meisten anderen Arten, im hinteren Ende, sondern an der einen Seite der dick spindelförmigen Schwärmerspore. Bei Einwirkung von Pikrinsäure verschmelzen die Körner zu einem grossen Klumpen (Taf. 5 Fig. 43*c*). Der Krystall befindet sich stets im hinteren Theil. Neben ihm liegt zuweilen ein blauer Pigmentklumpen, der in Fig. 43*b* als schwarze Masse dargestellt ist. Der im Vordertheil des Schwärmers befindliche Kern zeigt schon im Leben eine undeutliche Differenzirung, die bei Abtödtung deutlicher wird, und ist sowohl im lebenden Zustande, als in Balsampräparaten sehr stark doppeltbrechend. Nach dem Ausschwärmen bleiben das extracapsulare Plasma mit den vollkommen unveränderten gelben Zellen, die Gitterschale, das Pigment und die grossen Krystalle zurück. Die gelben Zellen leben weiter; alles Uebrige zerfällt.

3. *Acrosphaera spinosa.*

Bei *Acrosph. spinosa* sind die Veränderungen der Kolonie und des Centralkapselinhaltes sehr ähnlich wie bei *Collosph. Huxleyi*, nur fehlen die blauen Pigmentkörner und die grossen Krystalle vollständig. In conservirten Präparaten konnte ich bei vegetativen Zuständen nur eine einfache, bei krystallführenden dagegen eine doppelte Lage von Kernen unterscheiden. Die Kerne sind homogen (Taf. 5 Fig. 16, 17) und platten sich, wenn sie ihre volle Zahl und Grösse erreicht haben, gegenseitig ab. Die Krystalle liegen zwischen den Kernen.

Schwärmer, bezw. Schwärmeranlagen von verschiedenen *Acrosphaera*-Kolonien habe ich auf Taf. 5 Fig. 18*a—f* dargestellt; ich bin aber nicht sicher, ob dieselben sämmtlich sogenannte Krystallschwärmer sind oder ob nicht einige von ihnen den ebenfalls krystallführenden Schwärmern der anderen Generation (s. unten p. 164) entsprechen. Fig. 18*c* ist den *Collosphaera-*

Schwärmern so ähnlich, dass ich wenigstens diesen Schwärmer für einen »Krystallschwärmer« halte. Alle Schwärmer liessen bei genauerer Untersuchung zwei Geisseln erkennen. Zum Nachweise ist Pikrinsäure noch am meisten zu empfehlen; Jodwasser oder Ueberosmiumsäure ergaben weniger gute Resultate.

4. *Siphonosphaera tenera.*

Nach dem Auftreten von Krystallen erscheinen die Individuen von *Siphonosphaera* bei auffallendem Lichte weiss. Bei näherer Untersuchung solcher Individuen zeigt sich, dass die Kerne stets nur in einfacher Schicht vorhanden sind, und dass die Krystalle sich unmittelbar an den Kernen, meist zwischen denselben, zum Theil aber auch an der äusseren oder inneren Oberfläche der Kerne befinden (Taf. 5 Fig. 15).

Kurz vor Ausbildung der Schwärmeranlagen sind sehr zahlreiche, dicht an einander gedrängte Kerne vorhanden, die sämmtlich in einer einzigen Schicht liegen. Sie zeigen keine Differenzirung, sind aber stark doppeltbrechend. Die Krystalle besitzen schon ihre volle Länge (0,006 mm) und liegen den Kernen sehr dicht an (Taf. 5 Fig. 13). Auf der Oberfläche der Oelkugel bemerkt man in lebenden Individuen grosse Vacuolen (Durchmesser 0,005 mm) mit je einer schwach glänzenden Kugel (Taf. 5 Fig. 12, 15). Sie scheinen eine doppelte Lage zu bilden. Die grossen Klumpen von Assimilationsplasma zerklüften sich in zahlreiche kleine Stücke, ausserdem ziehen sich die Pseudopodien nach der Oberfläche der Centralkapselmembran zusammen und bilden eine ebenfalls aus Stücken bestehende Schicht. Die Individuen rücken zum Klumpen zusammen und gleichzeitig schwindet die ohnehin sehr weiche Gallerte fast vollkommen.

Sobald die Oelkugel schwindet, vertheilen sich die Kerne mit dem ihnen anhaftenden Krystall im ganzen Kapselinhalt. Die Pseudopodien sind zum Theil noch erhalten, wenn die reifen Schwärmer austreten. Das gesammte extracapsulare Plasma mit den völlig intacten gelben Zellen bleibt beim Ausschwärmen zurück.

Das Plasma der Schwärmer (Taf. 5 Fig. 14 *a*—*h*) enthält im Vorderende einen grossen Kern, der stets eine schräge Streifung erkennen lässt, und im Hinterende einen Krystall und zahlreiche Körner. Die letzteren fliessen bei Einwirkung von Ueberosmiumsäure oder Pikrinsäure stets zu einem oder zwei Klumpen zusammen. Die Körner sowohl als der Krystall liegen stets der starkglänzenden Wand des Schwärmers unmittelbar an und lassen das Innere gänzlich frei. Die eben erst ausgetretenen Schwärmer besitzen häufig am Hinterende einen langen fadenförmigen Fortsatz, der entweder beim Schwimmen steif bleibt oder selbst geisselartig schlägt. Im letzteren Falle (Fig. 14 *a*, *h*) ist das Hinterende des Schwärmers zipfelförmig ausgezogen, während es sonst gewöhnlich abgerundet ist. Die fadenförmige Verlängerung des Hintertheiles klebt mit dem Ende nicht selten an Plasmastücken, leeren Schalen etc. fest (Fig. 14 *c*, *f*, *g*). Bei solchen mit steifem Stiel aufsitzenden Schwärmern vermochte ich nur in einem Falle, Fig. 14 *c*, zwei Geisseln am Vorderende zu erkennen, gewöhnlich nur eine. An umherschwärmenden Sporen konnte ich fast in allen Fällen zwei sehr feine, lange Geisseln am

Vorderende entspringen sehen. Zuweilen war nur eine Geissel deutlich zu erkennen, doch musste aus der Bewegungsart auf das Vorhandensein einer zweiten Geissel geschlossen werden. Der in Fig. 14*e* wiedergegebene Schwärmer z. B. hatte die allein erkennbare Geissel mit knotenförmiger Anschwellung steif ausgestreckt und drehte sich trotzdem ungemein schnell um seine eigene Axe.

5. *Collozoum inerme.*

Die Kolonien, welche sich zur Bildung von Krystallschwärmern anschicken, erkennt man schon an der Form (vergl. Taf. 5 Fig. 67). Während die älteren vegetativen Kolonien leicht eingekerbt und die in Bildung von Makro- und Mikrosporen begriffenen Qualster meist tief eingeschnürt sind, besitzen die Exemplare, welche Krystalle in den Nestern enthalten, eine glatte Oberfläche. Die Kolonien nehmen schon vor dem ersten Auftreten der Krystalle die Taf. 5 Fig. 67*f* angedeutete Form an, doch behält die Gallertsubstanz noch längere Zeit ihre feste Consistenz. Die Kerne, die schon in älteren vegetativen Zuständen eine doppelte Lage bilden, behalten ihre Lage bei, bis — wenige Stunden vor dem Ausschwärmen selbst — die Schwärmeranlagen gebildet werden. Die Kerne nehmen rasch an Zahl zu und in der ersten Zeit auch entsprechend an Grösse ab.

Beim Auftreten der Krystalle sind die Kerne zwar schon recht zahlreich; doch haben sie ebenso wenig wie bei den anderen Species zu dieser Zeit schon ihre volle Anzahl erreicht (Taf. 5 Fig. 3*a*). Die Krystalle sind daher anfangs in grösserer Menge vorhanden als die Kerne. Die letzteren sind schon doppeltbrechend, zeigen aber noch keine Differenzirung. Die Krystalle liegen entweder an der centralen oder an der peripheren Seite der Kerne. Schon beim ersten Auftreten der Krystalle nimmt man Veränderungen an der Rindensubstanz wahr. Der Pseudopodienmutterboden, der bei dieser Species grösstentheils aus Assimilationsplasma besteht, verwandelt sich in grosse Klumpen und erreicht zugleich dadurch, dass ein grosser Theil der Pseudopodien eingezogen wird, eine sehr bedeutende Dicke (0,01 mm).

Wenn die Krystalle grösser geworden sind, erscheinen die Individuen bei auffallendem Lichte weiss, bei durchfallendem Lichte fast schwärzlich. Die Vacuolen der Kolonie schwinden mehr und mehr, und die Gallertsubstanz wird allmählich klebrig und schlaff. Die Klumpen des Mutterbodens zerfallen in kleinere Stücke (Taf. 2 Fig. 15, Taf. 4 Fig. 62). Um diese Zeit beginnt auch die Zerstörung der gelben Zellen (Taf. 2 Fig. 26), die gewöhnlich schon vor dem Ausschwärmen der Isosporen vollendet ist. In den Pseudopodien, die zum Theil noch wohl erhalten sind, gleiten Stücke des Mutterbodens auf und ab. Treffen sich dann zwei solche Stücke in den Pseudopodienbahnen, so platten sie sich gegenseitig ab, verschmelzen aber nicht mit einander. Ueberhaupt ist in der ganzen Kolonie kein Plasmaklumpen zu finden, der grösser wäre als eines der Stücke des Mutterbodens. Auch die Marksubstanz ist jetzt in zahlreiche Stücke zerklüftet, die sich durch geringere Grösse und etwas schwächeres Lichtbrechungsvermögen von denen der Rindensubstanz unterscheiden. Die Kerne werden immer zahlreicher und immer stärker doppeltbrechend, zeigen aber noch immer keine Differenzirung.

Nachdem endlich die Kerne ihre volle Anzahl und, ebenso wie die Krystalle, ihre definitive Grösse erreicht haben, liegen sie dicht an einander gedrängt in zwei Schichten (Taf. 5 Fig. 3*b*). Zwischen die äussere Schicht der Kerne drängt sich nur hier und da ein Krystall. In der zweiten Schicht liegen schon häufiger Krystalle, die meisten jedoch auf der centralen Seite der inneren Kernschicht. Zuweilen kam es jedoch vor, dass die Krystalle zum grössten Theil an der peripheren Seite der Kerne lagen. An manchen Nestern habe ich, wie oben erwähnt (p. 31), eine Centralkapselmembran nachweisen können, während ich in vegetativen Zuständen eine solche nicht zu finden vermochte. Die Oelkugel ist noch unverändert; die Marksubstanz enthält noch keine stark lichtbrechenden Körner. Bei Einstellung auf die Oelkugel nahm ich Vacuolen wahr, in denen sich stets ein tanzendes Korn befand (Taf. 5 Fig. 2*b*, 3). Wie viele Schichten solcher Vacuolen an der Oelkugel liegen, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Der Durchmesser der Vacuolen betrug 0,003—0,006 mm. Das Korn war in manchen Fällen rund, in anderen mehr stab- oder gar hakenförmig. Ausser bei *C. inerme* habe ich solche Bläschen mit einem Korn nur noch bei *Siphonosph. tenera*, und zwar ebenfalls dicht an der Oelkugel, gesehen. Bei beiden Arten fand ich diese Gebilde nur in späten Stadien der Bildung von Krystallschwärmern. Meine Bemühungen, sie in abgetödteten Individuen nach dem Zerzupfen oder Zerdrücken wieder zu finden, waren erfolglos. Nach dem Entleeren der Schwärmer konnte ich in den Nestern von den in Rede stehenden Körpern nichts mehr entdecken; ich vermuthe daher, dass sie in die Schwärmer aufgenommen werden. Die nun erfolgende Bildung der Schwärmeranlagen erkennt man äusserlich daran, dass sämmtliche Nester der Kolonie zu einem weissen Klumpen dicht zusammenrücken. Die Nester selbst werden jetzt fast ganz undurchsichtig, da sich das Fett der Oelkugel in Form von Körnern über den ganzen Inhalt vertheilt.

Wenige Stunden nach dem Verschwinden der Oelkugel treten reife Schwärmer aus. Dieselben besitzen eine Länge von 0,012 mm; ihr Krystall ist 0,008—0,01 mm lang. Der Kern ist sehr stark, der Krystall ganz schwach doppeltbrechend. Bei Schwärmern, die eben erst ausgetreten sind, ist der Krystall nicht immer allseitig vom Plasma umschlossen, sondern zuweilen scheinbar nur äusserlich angeklebt (Taf. 5 Fig. 4). Aehnlich wie bei *Myxosph. coerulea* und *Siphonosph. tenera* besitzen auch bei *C. inerme* die Schwärmer zuerst eine schwanzartige, hin und her schlagende Verlängerung des Hinterendes, die später eingezogen wird. Ueber die Zahl der Geisseln konnte ich nicht ganz ins Klare kommen, doch glaube ich in manchen Fällen deren zwei unterschieden zu haben. Die ausserordentliche Feinheit und die rasche Bewegung der Geisseln erschwert die Feststellung ihrer Anzahl in hohem Grade. Kurz vor dem Ausschwärmen der jungen Brut verwandelt sich ein Theil der Rindensubstanz-Stücke in kleine gelbbraune, stark lichtbrechende Kügelchen. Nach dem Ausschwärmen fliessen auch die letzten Pseudopodien zu Tropfen zusammen, und die ganze Masse der Rindensubstanz verwandelt sich in so viele kleine gelbbraune Kügelchen, wie Rindensubstanz-Stücke vorhanden sind (Taf. 4 Fig. 61). Diese zurückbleibenden Kügelchen werden — wenigstens bei Culturversuchen — von eindringenden Infusorien begierig verschlungen.

6. *Collozoum pelagicum.*

Die in Schwärmerbildung begriffenen Kolonien von *C. pelagicum* waren gewöhnlich ziemlich klein (zuweilen nur 4—5 mm lang) und stets wurstförmig. Durch die Grösse ihrer Individuen, die bräunliche Färbung der Oelkugel, das Fehlen des blauen Pigmentes, ferner durch die dicken strahlenförmigen Pseudopodien und den Mangel eines Pseudopodienmutterbodens aus Assimilationsplasma konnten die krystallführenden Exemplare dieser Species leicht von den übrigen *Collozoum*-Arten unterschieden werden (Taf. 2 Fig. 23).

Die Bildung der Krystallschwärmer scheint im allgemeinen ähnlich zu verlaufen, wie bei *Myxosph. coerulea*, nur werden die Krystalle nicht auf der inneren, sondern theils auf der äusseren, der Centralkapselmembran zugewendeten Seite der Kerne, theils zwischen denselben angelegt (Taf. 5 Fig. 8). Sie bleiben dort und wachsen zur vollen Grösse heran, bis die Veränderungen der Oelkugel beginnen und die Bildung der Schwärmeranlagen stattfindet. Die Kerne, die bis zu diesem Moment eine einfache Schicht bildeten, verändern nun ähnlich wie bei *Myxosph. coerulea* ihre Lage. Wie bei *Myxosphaera* zieht sich auch hier die Rindensubstanz zu kleinen kugligen Stücken zusammen (Taf. 2 Fig. 23) und bleibt nach dem Ausschwärmen der Zoosporen mit den unversehrten gelben Zellen zurück (Taf. 2 Fig. 25).

7. *Collozoum fulvum.*

Die in Isosporen-Bildung begriffenen Kolonien von *C. fulvum* sind entweder wurstförmig — wie die vegetativen Zustände dieser Species — oder kuglig. Ich habe leider nicht darauf geachtet, ob die verschiedene Gestalt der Kolonie verschiedenen Stadien der Schwärmerbildung entspricht, doch möchte ich das fast vermuthen. Die Lage der Krystalle ist ganz wie bei *C. pelagicum*; dagegen bilden die homogenen Kerne (Taf. 5 Fig. 7) eine doppelte Lage (wie bei *C. inerme*). Der bei dieser Species sehr mächtige Pseudopodienmutterboden zerklüftet sich im Verlaufe der Schwärmerbildung in hyaline Stücke, die noch vor dem Ausschwärmen sich grossentheils in kleine gelbbraune Kügelchen verwandeln. Während dieser Veränderungen des Pseudopodienmutterbodens zerfallen auch die in ihm liegenden gelben Zellen und gehen zu Grunde. An den Schwärmern (Taf. 5 Fig. 6*a*, *b*) konnte ich mit voller Bestimmtheit zwei Geisseln erkennen.

8. *Sphaerozoum neapolitanum.*

Die krystallführenden Kolonien von *Sph. neapolitanum* sind stets wurstförmig und ungefähr 10—20 mm lang. Die Individuen erscheinen bei makroskopischer Betrachtung bräunlich und zeigen eine auffallende Neigung, sich zu kleinen Gruppen von 5—10 zusammenzuziehen. Der Pseudopodienmutterboden erleidet im Verlaufe der Schwärmerbildung dieselben Veränderungen wie bei *C. inerme* (Taf. 3 Fig. 5). Die Krystalle treten an der äusseren Seite der Kerne auf. Die Kerne liegen in einer Schicht dicht an einander gedrängt und sind stark doppeltbrechend, zeigen jedoch keine Differenzirung. In einem Falle konnte bei

krystallführenden Individuen eine Centralkapselmembran nachgewiesen werden, in den meisten war jedoch nichts davon zu erkennen (s. oben p. 31).

Die Ausbildung der Schwärmeranlagen wird auch bei dieser Species durch den Zerfall der Oelkugel eingeleitet. Bei einem Exemplar, das im Begriff war Schwärmeranlagen zu bilden, lag im Centrum eines jeden Individuums das Oelkugel-Substrat, das fast vollständig von Fett befreit war und die Schichtung in schönster Weise zeigte. Das Substrat war von Oeltröpfchen rings umgeben, und zwar lag gewöhnlich ein grösserer Tropfen in der Mitte von Hunderten sehr kleiner Tröpfchen. Die Fetttropfen nahmen noch ausschliesslich den centralen Theil des Individuums ein und bildeten eine bei durchfallendem Lichte schwärzliche Masse. Der periphere Theil des Individuums bestand aus zusammenhängenden Schwärmeranlagen, welche in ihrem Plasma eine gleiche Anzahl von Krystallen, etwas schwächer lichtbrechenden Körnern und Kernen enthielten (Taf. 5 Fig. 1). Die Kerne wurden jedoch erst nach der Abtödtung deutlich erkennbar. Die Körner sind erheblich schwächer lichtbrechend als die Fettkörner und entsprechen möglicherweise jenen, von einer Vacuole umschlossenen Körnern, welche ich bei *C. inerme* und *Siphonosph. tenera* bemerkt habe. Von den gelben Zellen waren bei dieser Kolonie einige in Zerfall begriffen; die meisten aber waren vollkommen intact.

9. *Sphaerozoum punctatum.*

Die Kerne liegen bei *Sph. punctatum* in einer einfachen Schicht, vermehren sich rasch durch Zweitheilung und zeigen, sobald die Krystalle an ihrer äusseren Seite auftreten, Doppelbrechung. Wenn die Krystalle sich vergrössern, erscheinen die Individuen bei auffallendem Lichte weiss. Die Gallertsubstanz wird allmählich schlaff, die Vacuolen schwinden und der Pseudopodienmutterboden, der durch Einziehen vieler Pseudopodien stark vergrössert ist, zerklüftet sich in kleine Stücke. Während dessen haben Kerne und Krystalle ihre volle Grösse erreicht. Die ersteren liegen noch immer in einer einfachen Schicht, sind aber jetzt dicht an einander gedrängt und von länglicher Gestalt. Sobald die Veränderungen der Oelkugel beginnen, was auch bei dieser Art erst kurze Zeit vor dem Ausschwärmen stattfindet, treten die Individuen aus ihrem Nadelkranz heraus und rücken zu einem compacten Klumpen zusammen, der untersinkt und am Boden des Gefässes festklebt. Während und nach dem Ausschwärmen der Zoosporen ist von der Centralkapselmembran, die sich vorher mit Sicherheit nachweisen lässt, keine Spur zu erkennen.

Die reifen Schwärmer (Taf. 5 Fig. 5) enthalten fast sämmtlich einen Krystall, zuweilen aber auch zwei oder gar keinen. Die Lage des Krystalles ist ganz verschieden. Bei manchen Schwärmern liegt er horizontal, bei anderen vertical oder schräg; er ragt aber meist etwas über die Oberfläche des Schwärmers hervor. Auffallend ist die regelmässige Anordnung und das verhältnissmässig schwache Lichtbrechungsvermögen der Körner. Von den beiden Geisseln, die, ebenso gut wie bei den anderen genau untersuchten Sphaerozoëen-Schwärmern, auch bei den Zoosporen von *Sph. punctatum* vorhanden sein werden, habe ich nur die eine bemerkt. Während des Ausschwärmens ziehen sich die letzten Pseudopodien zu glänzenden Stücken zusammen.

Bald nach dem Austreten der Schwärmer zerfällt die ganze Rindensubstanz in gelbe Kügelchen. Nur in der unmittelbaren Umgebung der gelben Zellen, die am Leben bleiben und meist schon sehr bald nach dem Ausschwärmen der Zoosporen amöboid werden, bleiben die Rindensubstanz-Massen stundenlang unverändert. In einem Falle z. B. waren noch 2 oder 3 Stunden nach dem Ausschwärmen die meisten gelben Zellen von einem dicken Mantel aus kleinen farblosen, fest zusammengebackenen Plasmastücken umgeben, während die übrige Rindensubstanz sich in kleine gelbe Kügelchen verwandelt hatte.

10. Zusammenfassung.

Die einzelnen Theile des Centralkapselinhaltes oder der Markmasse zeigen bei der Bildung von Krystallschwärmern folgendes Verhalten: Die Kerne liegen in einfacher oder doppelter Schicht nahe der Centralkapselmembran und bleiben daselbst, bis einige Stunden vor dem Ausschwärmen die Ausbildung der Schwärmeranlagen stattfindet, erst dann tritt die von Hertwig für alle Stadien der Schwärmerbildung angenommene gleichmässige Vertheilung der Kerne in dem Raume zwischen Oelkugel und Centralkapselmembran ein. Eine einfache Lage von Kernen besassen *Myxosph. coerulea*, *C. pelagicum*, *Sph. neapolitanum*, *Sph. punctatum* und *Siphonosph. tenera*; zwei dicht an einander gelegene Kernschichten beobachtete ich bei *C. fulvum*, *C. inerme*, *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa.* Schon vor dem Auftreten der Krystalle nehmen die Kerne durch wiederholte Zweitheilung rasch an Zahl zu und vermehren sich auch im weiteren Verlaufe der Schwärmerbildung bis zur völligen Ausbildung der Krystalle durch Theilung. In der ersten Zeit nehmen sie bei den Theilungen sichtlich an Grösse ab; wenn sie aber einen Durchmesser von etwa 0,004 mm[1]) erreicht haben, verringert sich ihre Grösse trotz wiederholter Theilungen nicht mehr. Da auch eine Abnahme der Färbbarkeit der Kerne nicht zu bemerken ist, so scheint eine Zunahme der Kernsubstanz bei der Schwärmerbildung stattzufinden. Schliesslich sind die Kerne so dicht an einander gedrängt, dass sie sich in vielen Fällen gegenseitig abplatten. Die Kerne liessen während des ganzen Verlaufes der Schwärmerbildung niemals Differenzirungen erkennen, waren dagegen stets stark doppeltbrechend.

Die kleinen Krystalle, von denen je einer jedem Schwärmer mitgegeben wird, treten gleich in der vollen Anzahl auf, und zwar zu einer Zeit, wenn die Kerne sich noch durch Zweitheilung vermehren. Die Anzahl der Krystallanlagen war daher in Präparaten von *Myxosph. coerulea*, *C. inerme* und *Collosph. Huxleyi* doppelt oder viermal so gross als die der Kerne. Hertwig's Angabe, dass die Krystalle in derselben Zahl angelegt werden, wie die Kerne vorhanden sind, kann ich nicht bestätigen, dagegen bemerkte ich, ebenso wie Hertwig, dass die Krystalle stets in unmittelbarer Nähe der Kerne auftreten. Entweder fanden sie sich fast ausschliesslich auf der inneren Seite der Kerne und niemals auf der äusseren Seite derselben (z. B. bei *Myxosph. coerulea*), oder vorzugsweise auf der äusseren Seite derselben (bei

1) Die Messungen wurden an Balsampräparaten gemacht.

C. pelagicum, *C. fulvum*, *Sph. neapolitanum*, *Sph. punctatum*), oder endlich grösstentheils zwischen, aber auch ausser- und innerhalb der Kernzone (*Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa*, *Siphonosph. tenera*). Die verschiedenen Exemplare von *C. inerme* verhielten sich in dieser Hinsicht verschieden; bei manchen lagen die Krystalle aussen, bei anderen fast sämmtlich innen von den Kernen. Hiernach möchte ich fast vermuthen, dass man bei genauerer Untersuchung im Stande sein wird, die Art *C. inerme* in zwei Species zu trennen.

Die Oelkugel soll nach Cienkowski bei der Schwärmerbildung unbetheiligt sein. Hertwig hat jedoch bereits gezeigt, dass dies nur für jüngere Zustände der Schwärmerbildung zutreffend ist, während in späteren Stadien die Oelkugel ihr Fett in Form zahlloser Körner austreten lässt und kurz vor der Reife der Schwärmer nur noch das blasenförmige Substrat von der Oelkugel übrig ist. Ich kann Hertwig's Angaben bestätigen, muss aber im Gegensatze zu ihm hervorheben, dass vor dem Schwinden der Oelkugel die Fettkörner im Umkreise der Kerne in allen von mir untersuchten Fällen gänzlich fehlten. Das Austreten der Fettkörner aus der Oelkugel ist also nicht, wie Hertwig annimmt, ein allmähliches, sondern es findet in ganz kurzer Zeit statt und ist von tief eingreifenden Veränderungen des Centralkapselinhaltes begleitet. Die Kerne und die Krystalle haben schon ihre volle Grösse erreicht, ehe an der Oelkugel Veränderungen wahrnehmbar sind. Auch unmittelbar nach dem Austreten der Fetttropfen aus dem Oelkugel-Substrat liegen die Kerne mit ihren Krystallen sämmtlich im peripherischen Theile der Marksubstanz, während die Fetttropfen das entleerte Substrat noch unmittelbar umgeben. Gleich darauf aber finden Verschiebungen in der ganzen Masse statt, und während derselben gesellt sich zu jedem Kern ein Häufchen von Fettkörnern.

Kurz vor dem Schwinden der Oelkugel bemerkte ich bei *C. inerme* und *Siphonosph. tenera* in unmittelbarer Umgebung der Oelkugel zahlreiche Vacuolen mit je einem Korn. Ferner stellte ich bei *Sph. neapolitanum* fest, dass unmittelbar nach der Trennung der Fettkörner vom Oelkugel-Substrat schon zusammenhängende Schwärmeranlagen vorhanden waren, welche in ihrem Plasma eine gleiche Anzahl von Kernen, Krystallen und ziemlich schwach lichtbrechenden Körnern enthielten. Ich vermuthe, dass diese schwach lichtbrechenden Körner jenen, von einer Vacuole umschlossenen Körnern, die ich bei *C. inerme* und *Siphonosph. tenera* beobachtet habe, entsprechen, und dass diese Gebilde eine wichtige Rolle bei der Bildung der Schwärmeranlagen spielen.

Das blaue Pigment von *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi* und die grossen *Collosphaera*-Krystalle werden in frühen Stadien der Schwärmerbildung producirt und bleiben, wie Hertwig bereits festgestellt hat, beim Ausschwärmen zurück. —

Die Veränderungen der extracapsularen Theile beginnen zuweilen schon sehr frühzeitig, werden aber meist erst beim Auftreten der Krystalle deutlich. Die Vacuolen schwinden allmählich, die Gallertsubstanz nimmt an Consistenz und Masse sichtlich ab und erhält eine klebrige Beschaffenheit. Gegen Ende der Schwärmerbildung — etwa zu derselben Zeit, wenn das Fett aus der Oelkugel hervortritt — rücken die Individuen der Kolonie zu einem Klumpen zusammen, der bald untersinkt und am Boden des Gefässes festklebt. In

den angeführten Punkten bestätigen meine Beobachtungen die von Cienkowski und Hertwig. Die weitere Angabe von Hertwig, »dass alle Theile des Körpers (Oelkugel, gelbe Zellen, extracapsulare Sarkode) zur Bildung der Schwärmer aufgebraucht werden und dass somit das Mutterthier sich völlig in die Tochterorganismen auflöst«, kann ich jedoch nicht bestätigen. Von dem Zerfall der gelben Zellen konnte ich mich bei der von Hertwig untersuchten Species (*C. inerme*) allerdings überzeugen, bei den meisten anderen Arten aber blieben die gelben Zellen nach dem Ausschwärmen unverändert zurück. Ausserdem habe ich für die Vermuthung Hertwig's, dass bei *C. inerme* die Stoffe der zerstörten gelben Zellen beim Aufbau der Schwärmer verwerthet werden, keine Beweise finden können. In den Schwärmern von Acanthometren konnte ich allerdings Stärkekörner nachweisen (s. unten), die nur von den intracapsularen gelben Zellen herrühren können, in Sphaerozoëen-Schwärmern jedoch niemals. Ferner werden die Pseudopodien zwar im Verlaufe der Schwärmerbildung grösstentheils eingezogen; sie sind jedoch noch wenige Stunden vor der Reife der Schwärmer zahlreich genug vorhanden, um die Individuen zu einem Klumpen zusammenzuziehen, und sind sogar noch während und kurz nach dem Ausschwärmen zum Theil erhalten. Aber auch die eingezogenen Pseudopodien vergrössern nur die Dicke des Pseudopodienmutterbodens; von ihrer Masse gelangt, wenn überhaupt, nur eine sehr geringe Menge in die Centralkapsel. Der bei weitem grösste Theil der Rindensubstanz jedoch betheiligt sich sicher nicht an der Ausbildung der Schwärmer, sondern bleibt nach dem Ausschwärmen zurück. Schon während der Schwärmerbildung verwandeln sich die Ansammlungen von Rindensubstanz in grössere, darauf in kleinere Klumpen, die bis kurz vor dem Ausschwärmen zusammenbacken und dann zu kleinen bräunlichen Kügelchen werden. Die letzteren fallen auseinander und gehen zu Grunde. —

Die Schwärmer besitzen im vorderen Drittel einen grossen Kern, der stets eine mehr oder weniger deutliche Differenzirung zeigt und stark doppeltbrechend ist. Im hinteren Theil liegt der Krystall. In seiner Nähe, aber stets der Innenwand des Schwärmers anklebend, befinden sich die Körner, die wohl grösstentheils aus Fett bestehen. Bei eben ausgetretenen Schwärmern ist das Hinterende oft in einen langen fadenförmigen Fortsatz ausgezogen, der in manchen Fällen wie eine Geissel schwingt, in anderen sich wie ein steifer Stiel verhält, der mit seinem Ende an Plasmastücken etc. festklebt. In vollkommen reifen Schwärmern ist das Hinterende abgerundet, das Vorderende dagegen, wie auch Hertwig fand, etwas zugespitzt. Von der vorderen Spitze sah ich in allen genau untersuchten Fällen zwei sehr lange, feine Geisseln entspringen. Früher hatte ich, ebenso wie Hertwig, nur eine Geissel erkannt und die Angabe Cienkowski's von dem Vorhandensein zweier Geisseln mit Hertwig für einen Irrthum gehalten. Bei der sehr bedeutenden Länge, der ausserordentlichen Feinheit und dem geringen Lichtbrechungsvermögen der Geisseln ist die Feststellung ihrer Anzahl sehr schwierig. Am besten sind sie beim Absterben der Schwärmer, wenn sie nur noch langsame Schwingungen ausführen, zu sehen. Aber auch dann kann man bei der Einstellung auf die eine Geissel nur in günstigen Momenten auch die andere Geissel erkennen und ist erst dann über das Vorhandensein von zwei Geisseln sicher, wenn man zwei Enden oder zwei Anfangsstücke er-

kannt hat. Bei abgetödteten Schwärmern macht sich der Uebelstand geltend, dass die Geisseln fast immer um den Körper geschlagen sind, so dass sie nicht in ihrem ganzen Verlaufe erkannt werden können. An günstig gelegenen Schwärmern kann man aber, besonders nach Abtödtung durch Pikrinsäure, mit voller Bestimmtheit erkennen, dass zwei Geisseln am Vorderende entspringen, und dass zwei Enden vorhanden sind. Bei lebenden Schwärmern sah ich die beiden Geisseln gewöhnlich nach derselben Richtung schlagen; zuweilen war aber auch die eine Geissel steif ausgestreckt, während der Körper — jedenfalls durch das Schwingen der zweiten, in diesem Falle nicht erkennbaren Geissel — beständig um seine Axe rotirte. Da ich mich bei mehreren Arten von dem Vorhandensein zweier Geisseln überzeugen konnte, so glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass den Isosporen aller Sphaerozoëen zwei Geisseln zukommen.

II. Bildung der Anisosporen.

1. *Myxosphaera coerulea.*

Bei *Myxosphaera* ist die Bildung der Anisosporen der Isosporen-Bildung so ähnlich, dass ich die lebenden Kolonien der beiden verschiedenen Generationen nicht sicher unterscheiden konnte und erst beim Studium der Präparate die Bildung von Anisosporen erkannte. Es war mir bei lebenden Individuen, die blaues Pigment und Krystalle enthielten, mehrfach aufgefallen, dass ihre Kerne zuweilen sehr deutlich differenzirt, zuweilen dagegen vollkommen homogen waren; da sich aber in beiden Fällen blaues Pigment und Krystalle von derselben Grösse und Gestalt fanden, so hielt ich anfangs das Vorkommen oder Fehlen der Kerndifferenzirung für bedeutungslos.

Die Untersuchung conservirter Kolonien ergab, dass die jüngeren Zustände der Schwärmerbildung nur eine Lage von gleichmässig vertheilten Kernen besitzen, wenn Isosporen producirt werden, dagegen eine Schicht von Kerngruppen (Taf. 5 Fig. 51) bei der Bildung von Anisosporen. In beiden Fällen fehlte das Pigment noch gänzlich; die Kolonie enthielt mehr oder weniger zahlreiche Vacuolen. Etwas ältere Zustände enthielten schon blaues Pigment und meist auch Krystalle und zeigten eine einfache Schicht von homogenen Kernen bei Bildung von Isosporen, eine doppelte Lage von differenzirten Kernen (Taf. 5 Fig. 52) bei Exemplaren, die im Begriff waren, Anisosporen zu erzeugen. Die Kolonien unterschieden sich sonst in keiner Weise. Endlich konnte in den noch weiter entwickelten Individuen mit differenzirten Kernen eine deutliche Verschiedenheit von Makrosporenkernen einerseits, Mikrosporenkernen andererseits constatirt werden (Taf. 5 Fig. 53 *a. b.*). Die Differenzirung ist in beiden Kernarten ausserordentlich deutlich; die achromatische Substanz ist fast vollkommen ungefärbt und zeichnet sich durch starkes Lichtbrechungsvermögen aus, die chromatische Substanz ist noch stärker lichtbrechend und ist bei den Kernen, die ich aus unten anzuführenden Gründen als Makrosporenkerne (Fig. 53 *a*) ansehe, stets viel spärlicher vertreten, als bei den Mikrosporenkernen (Fig. 53 *b*). Ich fand in einem Theil der Individuen nur Makrosporen-Kerne,

in einem anderen Theil nur Mikrosporen-Kerne; doch kann ich nicht mit voller Bestimmtheit angeben, ob Makro- und Mikrosporen stets in verschiedenen Individuen der Kolonie gebildet werden.

Das Verhalten der extracapsularen Theile ist ebenso wie bei der Bildung von Isosporen.

2. *Collosphaera Huxleyi.*

Bei *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa* und *Siphonosph. tenera* ist die Bildung der Anisosporen so ähnlich der Bildung von Isosporen, dass ich, ebenso wie bei *Myxosph. coerulea*, erst in Präparaten die zweite Generation sicher erkannte. Blaues Pigment, grosse und sehr kleine Krystalle finden sich bei *Collosph. Huxleyi* ebenso gut in den Anisosporen bildenden Individuen, wie in den Nestern, deren Inhalt sich in Isosporen umwandelt; dagegen zeigen sich durchgreifende Unterschiede bezüglich der Anordnung und der Structur der Kerne in den beiden verschiedenen Generationen.

Das früheste Stadium der Anisosporen-Bildung, das ich bei *Collosph. Huxleyi* auffand, zeigte sehr deutliche Gruppen von Kernen (Taf. 4 Fig. 35, Taf. 5 Fig. 57*a*,). Krystalle fehlten noch gänzlich; die Kerne zeigten meist noch keine deutliche Differenzirung. In einem etwas späteren Zustande enthielten manche Kerngruppen bereits die Anlage eines grossen Krystalles. Die Kerne sind zuerst noch immer homogen (Taf. 5 Fig. 54); bald darauf aber tritt die Differenzirung auf (Taf. 5 Fig. 55, 57*b*).

Die späteren Stadien (Taf. 5 Fig. 56*a*, *b*, 57*c*, *d*) zeigen dann noch grössere Krystalle und ungemein deutlich differenzirte Kerne, die jedoch nicht mehr in Gruppen beisammen liegen, sondern in regelmässiger Weise zwischen der Centralkapselmembran und den grossen Krystallen vertheilt sind. In manchen Nestern finden sich Kerne mit sehr dicken und stark lichtbrechenden Körnern und Balken (Fig. 56*a*, 57*d*), in anderen solche mit feinen und blassen Chromatinfäden und -körnern (Fig. 56*b*, 57*c*). Den letzteren Kernen, die ich nach Analogie mit *C. inerme* und *Sph. punctatum* als Makrosporen-Kerne betrachten möchte, lag je ein kleiner Krystall an, während die ersteren, die ich für Mikrosporen-Kerne halte, weniger zahlreich waren als die in ihrer Umgebung befindlichen Krystalle. Die als Mikrosporen-Kerne gedeuteten Gebilde besassen einen Durchmesser von 0,004—0,0045 mm, die Makrosporen-Kerne waren kleiner (0,0035—0,004 mm). Ich vermuthe, dass die letzteren Kerne unverändert in die Schwärmer aufgenommen werden, dass jedoch die ersteren sich bei der Bildung der Schwärmeranlagen noch theilen. Die Mikrosporen-Kerne finden sich sowohl in kleinen wie in grossen Individuen, dasselbe ist auch mit den Makrosporen-Kernen der Fall. Die beiden verschiedenen Kernarten sind jedoch nie, wie bei den Sphaerozoiden, in demselben Individuum vereint. Die feinen Krystalle waren in Grösse und Form den Krystallen der Isosporen-Anlagen gleich.

3. *Acrosphaera spinosa.*

Die Gruppenbildung der Kerne scheint auch bei *A. spinosa* nur in den frühesten Stadien der Bildung von Anisosporen stattzufinden; ich habe sie nur in Präparaten gefunden, die noch

ganz homogene Kerne und noch gar keine Krystalle besassen. Sobald die Differenzirung deutlich wird (Taf. 5 Fig. 49), ist von der Gruppenbildung nichts mehr zu erkennen. Wenn die Krystalle auftreten, sind die Kerne in dem Raume zwischen Oelkugel und Centralkapselmembran ziemlich gleichmässig vertheilt. Nach den Krystallen hat man zwei Arten von Individuen zu unterscheiden: solche mit sehr dicken (0,004 mm langen) und solche mit ziemlich feinen (0,0035 mm langen) Krystallen (Taf. 5 Fig. 50*a*, *b*). In den Individuen mit dicken Krystallen waren (Makrosporen-) Kerne mit dünnen und relativ wenigen Chromatinfäden vorhanden (Fig. 50*a*), während die Kernfäden in den anderen (Mikrosporenkernen) sehr zahlreich und dick waren (Fig. 50 *b*). Die letztgenannten Individuen enthielten mindestens doppelt so viel Krystalle als Kerne, während die blassen Kerne der anderen Individuen ebenso zahlreich waren wie die dicken Krystalle.

4. *Siphonosphaera tenera.*

Auch bei *Siphonosph. tenera* habe ich Kolonien bemerkt, deren Kerne sämmtlich stark differenzirt waren (Taf. 5 Fig. 48) und entweder eine doppelte Reihe bildeten oder in dem Raume zwischen Oelkugel und Centralkapselmembran vertheilt waren. Krystalle habe ich in den beiden zur Beobachtung gelangten Fällen nicht bemerkt; ebenso wenig habe ich bisher jüngere Zustände mit gruppenweise angeordneten Kernen gefunden. Möglicherweise sind einige der in Taf. 5 Fig. 14 dargestellten *Siphonosphaera*-Schwärmer Anisosporen.

5. *Collozoum inerme.*

Diejenigen Kolonien von *C. inerme*, welche im Begriff sind Anisosporen zu produciren, sind stets mehr oder weniger eingekerbt (Taf. 5 Fig. 67*o-s*) und besitzen blassgelbe Individuen. Während der Sporenbildung sind also die beiden Generationen dieser Species leicht zu unterscheiden. Aehnlich wie bei der Bildung von Isosporen wird die Kolonie allmählich schlaff und sinkt zu Boden, doch unterblieb in einigen von mir beobachteten Fällen das für die Isosporenbildung so charakteristische Zusammenrücken der Individuen zu einem Klumpen. Einige Stunden vor dem Austreten der Schwärmer werden die Individuen weisslich wegen des Auftretens von sehr kleinen Krystallen und wegen der Vertheilung des Fettes in Form feiner Körner.

An den Individuen lässt sich während des ganzen Verlaufes der Bildung von Anisosporen keine Centralkapselmembran nachweisen. Die Markmasse hat zwar gewöhnlich eine annähernd kuglige Gestalt, doch keineswegs immer. Die Oelkugel nimmt allmählich an Grösse ab, während in der Markmasse in gleichmässigen Abständen Fetttrauben auftreten, die allmählich grösser werden (Taf. 5 Fig. 27 *a*, *b*). Den Fetttrauben entsprechend zerklüftet sich die Markmasse in grosse Klumpen, die einen Durchmesser von etwa 0,016 mm besitzen und sich gegenseitig abplatten. Die Oelkugel wird immer kleiner und verschwindet einige Stunden vor dem Ausschwärmen gänzlich. Bald nach dem Verschwinden der Oelkugel geschieht die Ausbildung der Schwärmeranlagen, indem die grossen Fetttrauben in zahllose Fettkörner zerfallen und jeder Klumpen sich keilförmig einschnürt.

Das Verhalten der Kerne habe ich nach Untersuchung conservirter Präparate Taf. 5

Fig. 27 schematisch dargestellt. In frühen Stadien (Fig. 27*a*, 19) findet man kleine Gruppen von 2 oder 3 Kernen und zwischen denselben etwa ebenso viele grosse, in Spitzen ausgezogene Kerne. Die eigenthümliche unregelmässige Form der letzteren wird durch die schaumige Beschaffenheit des umgebenden Plasmas bedingt. Ausser der Form ist die vollkommene Gleichartigkeit der Masse für diese Kerne charakteristisch, während die gruppenweis angeordneten Kerne stets eine mehr oder weniger deutliche Differenzirung zeigen. Die differenzirten Kerne liegen zu 2—4 in einem etwa kugligen Plasmaklumpen, der sich in lebendem Zustande durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen und durch den Besitz einer traubenförmigen Fettmasse, nach der Abtödtung durch die geringe Ausbildung von Plasmabalken von dem schaumigen Zwischenplasma, das die erwähnten unregelmässigen Kerne enthält, unterscheidet und einen Durchmesser von 0,012—0,016 mm besitzt.

In späteren Stadien (Fig. 27*b*) habe ich von den unregelmässigen homogenen Kernen der Zwischensubstanz nichts mehr finden können, und vermuthe, dass sie sämmtlich oder doch grösstentheils zur Bildung neuer Kerngruppen verwendet worden sind. Bei Untersuchung der lebenden Individuen (Taf. 5 Fig. 22) zeigt sich, dass die Anzahl der zu einem Träubchen vereinigten Fetttropfen in sämmtlichen Klumpen zugenommen hat und ungefähr der Zahl der Kerne, die man nach der Abtödtung erkennt, entspricht (Taf. 5 Fig. 23*a*, *b*, 61). Die Kerne eines Klumpens sind entweder ziemlich gross, deutlich differenzirt und mit schwach tingirbarer Grundsubstanz versehen, oder sie sind kleiner, stärker färbbar, aber weniger deutlich differenzirt. Die wenigen Chromatinbalken, die man in der stark gefärbten Grundmasse der kleinen Kerne bemerkt, sind stets dicker als die in den grösseren Kernen. Die Klumpen, welche die erste Art von Kernen enthalten, verwandeln sich später in Makrosporen, die anderen in Mikrosporen. Beide Arten von Kernen finden sich bei *C. inerme* in demselben Individuum.

In noch späteren Zuständen (Fig. 27*c*) sind die Klumpen, besonders die mit kleinen Kernen versehenen, grösser als früher und dicht aneinander gedrängt. Von der Zwischensubstanz ist dagegen fast nichts mehr zu erkennen. Man darf daher wohl annehmen, dass die Grössenzunahme der Klumpen durch Aufnahme und entsprechende Umwandlung des Zwischenplasmas stattfindet. Die Makrosporen-Kerne haben wenig oder gar nicht, die Mikrosporen-Kerne dagegen sehr bedeutend an Zahl zugenommen. In Folge dessen enthalten die Makrosporen-Klumpen verhältnissmässig sehr viel mehr Plasma als die Mikrosporen-Massen.

Schliesslich findet die Bildung der Schwärmer statt, indem die Fetttrauben in zahlreiche Körner zerfallen und die Klumpen in so viele keilförmige Stücke sich theilen, wie Kerne vorhanden sind (Fig. 27*d*). Bei einer Kolonie waren die Makrosporen-Haufen schon tief eingekerbt (Taf. 5 Fig. 24*a*, 25*b*, *c*), während die Mikrosporen-Klumpen noch eine gleichmässige Oberfläche besassen (Fig. 24*b*, 25*a*). Der Zerfall in Schwärmer findet bei Makro- und Mikrosporen in der im Schema (Fig. 27*d*) angedeuteten Weise statt. Das innere spitze Ende des keilförmigen Schwärmers enthält die Fettkörner, das äussere breite Ende den Kern. An dem letzteren kann man auch nach dem Freiwerden des Schwärmers die Differenzirung deutlich erkennen (Taf. 5 Fig. 20, 21).

Die Schwärmer sind von bohnenförmiger Gestalt und besitzen höchst wahrscheinlich zwei Geisseln. Zwischen den im hinteren Theile gelegenen Fettkörnern befinden sich 1—2 kurze Krystalle[1]). In lebenden Schwärmern (Taf. 5 Fig. 20) fallen die Krystalle wenig auf; wenn man aber Pikrinsäure einwirken lässt, so verschmelzen die Körner zu einem Klumpen, während die Krystalle isolirt bleiben. Noch deutlicher sind die Krystalle in den Balsampräparaten zu erkennen, weil die übrigen Körner durch vorhergehende Behandlung mit Alkohol gänzlich beseitigt sind (Taf. 5 Fig. 21).

Die Rindensubstanz erleidet im Verlaufe der Bildung von Anisosporen dieselben Veränderungen wie bei der Bildung von Isosporen. Sie zerklüftet sich in grosse, darauf in kleinere Stücke, die nach dem Austreten der Sporen zurückbleiben und sich in kleine gelbbraune Kügelchen verwandeln. Da die gelben Zellen während der Schwärmerbildung zerstört werden, so bleibt nach dem Ausschwärmen nichts Lebendes von der Kolonie zurück.

6. *Collozoum fulvum.*

Die wenigen Stadien der Bildung von Anisosporen, die ich bisher bei *C. fulvum* bemerkt habe, stimmen im wesentlichen mit den entsprechenden Zuständen von *C. inerme* überein. In frühen Stadien (Taf. 5 Fig. 37) findet man ausserhalb der mit differenzirten Kernen versehenen Plasmaklumpen unregelmässige homogene Kerne. Die Kolonien sind stets kugelförmig und erscheinen wegen der zahlreichen gelben Zellen stärker gelblich als die Kolonien von *C. inerme.*

Lebende Individuen (Taf. 5 Fig. 35, 36) liessen eine Oelkugel und zahlreiche glänzende Plasmaklumpen mit je einem Fettträubchen erkennen. Die Fettmasse zeigte, so lange die Klumpen von der Centralkapselmembran umgeben waren, eine eigenthümlich verzerrte Gestalt; ihre Zusammensetzung aus zahlreichen kleinen Oelkugeln wurde stets erst einige Zeit nach der Isolation der Klumpen deutlich. — Der Rest der Kolonie wurde noch zwei Tage lang cultivirt und zeigte dann einen Zerfall der Klumpen in Schwärmer. Die Fettmasse derselben war in zahlreiche kleine Körner zerfallen und jeder Klumpen tief eingeschnürt. Jede Schwärmeranlage besass im inneren spitzen Ende die Fettkörner, im breiten äusseren Theile den Kern. Die extracapsulare Sarkode war in hyaline Stücke zerklüftet und enthielt die vollkommen unveränderten gelben Zellen.

7. *Collozoum Hertwigi.*

Zwei kuglige Kolonien, die keiner der bis jetzt bekannten *Collozoum*-Arten angehörten[2]),

1) Wann und wo die Krystalle gebildet werden, habe ich nicht festgestellt. In den Taf. 5 Fig. 24 und 25 dargestellten fast reifen Schwärmeranlagen vermisste ich sie noch vollkommen, dagegen fand ich sie stets in reifen Schwärmern. Wahrscheinlich werden sie ausserhalb der Klumpen gebildet und erst kurze Zeit vor der Reife der Schwärmer den Schwärmeranlagen einverleibt. Diese Vermuthung wird durch die Beobachtung gestützt, dass die Individuen, von denen einige Schwärmeranlagen Taf. 5 Fig. 25 wiedergegeben sind, in der unmittelbaren Umgebung ihrer sehr kleinen central gelegenen Oelkugel einen Haufen von blassen, kleinen Vacuolen mit je einem Krystall enthielten.

2) S. unten im systematischen Theile.

besassen grössere Klumpen als *C. fulvum*, zeigten aber dieselbe eigenthümliche Gestalt der Fettmasse (Taf. 5 Fig. 38).

8. *Sphaerozoum punctatum.*

Lebende Exemplare von *Sph. punctatum* habe ich auf die Bildung von Anisosporen nicht näher untersucht. Ich beobachtete nur gelegentlich, dass in einer ausgewachsenen Kolonie die Individuen eine mässig grosse Oelkugel und regelmässig vertheilte Fetttrauben von ähnlicher Gestalt wie die von *C. fulvum* enthielten. Das die Fetttrauben umgebende Plasma setzte sich in diesem Falle nicht deutlich von dem übrigen Centralkapselinhalt ab. — Von den conservirten Kolonien dieser Species waren etwa 40 in der Bildung von Anisosporen begriffen. Da sie in den verschiedensten Stadien fixirt worden waren, so konnte der Entwicklungsgang in den wesentlichen Zügen festgestellt werden.

Frühe Stadien (Taf. 5 Fig. 29*a*—*d*) besitzen in den Individuen fast nur grosse homogene Kerne, von denen manche in Theilung begriffen sind. Ausserdem enthalten sie eine geringe Anzahl von kleinen differenzirten Kernen, die mehr oder weniger deutlich in Gruppen angeordnet sind. Die ganze Marksubstanz ist deutlich schaumig, nur die Klumpen, in denen die kleinen Kerne liegen, lassen wenig oder gar keine Plasmabalken erkennen. Ein grosser Theil der grossen homogenen Kerne wird darauf in vorläufig unbekannter Weise zur Bildung von Kerngruppen verwendet. Die Zahl der Gruppen nimmt in ungefähr demselben Maasse zu, wie die Menge und die Grösse der homogenen Kerne sich verringert.

In den Individuen des nächsten Stadiums (Taf. 4 Fig. 12) findet man etwa 25 Gruppen differenzirter Kerne und in dem schaumigen Plasma zwischen denselben etwa ebenso viele homogene Kerne. Gewöhnlich liegt einer der ausgebuchteten, unregelmässig gestalteten, homogenen Kerne in der unmittelbaren Nähe eines Kernhaufens (Taf. 5 Fig. 30). Makrosporen- und Mikrosporen-Haufen lassen sich schon in diesem frühen Stadium deutlich unterscheiden. Die ersteren besitzen grössere, undeutlich differenzirte Kerne mit feinen Chromatinfäden, die letzteren Kerne mit dunkel gefärbten, dicken Fäden (Taf. 5 Fig. 31). Beide Kernarten finden sich wie bei *C. inerme* in demselben Individuum.

Die Kernhaufen nehmen an Grösse und Zahl noch weiter zu (Taf. 4 Fig. 13), sodass sie bald eine doppelte Lage zwischen Centralkapselmembran und Oelkugel bilden, während sie anfangs in einfacher Schicht angeordnet waren. Ebenso steigt die Menge der Kerne beständig, ohne dass die Grösse oder die Färbbarkeit derselben abnimmt. Die Verschiedenheit von Makrosporen- und Mikrosporen-Kernen wird zugleich immer deutlicher (Taf. 5 Fig. 33). Man erkennt jetzt auch, dass ähnlich wie bei *C. inerme* die Makrosporen-Haufen verhältnissmässig bedeutend mehr Plasma besitzen als die Mikrosporen-Massen. Die homogenen Kerne zwischen den Gruppen lassen sich noch kurze Zeit vor dem Ausschwärmen nachweisen; bei der Theilung der Haufen in Schwärmeranlagen ist jedoch nichts mehr von ihnen wahrzunehmen.

Die Makrosporen-Klumpen zerfallen sicher in derselben Weise, wie bei *C. inerme*, in Schwärmer, indem sie sich in so viele keilförmige Stücke theilen, wie Kerne vorhanden sind

(Taf. 5 Fig. 32*b*). Bei der Bildung der Mikrosporen dagegen findet höchst wahrscheinlich eine Zwei- oder Viertheilung der Kerne statt. Dafür spricht die bedeutende Kleinheit der Mikrosporen und ihrer Kerne (Taf. 5 Fig. 34*a*, *b*, Schema), die ausserordentlich grosse Zahl von Mikrosporen-Anlagen, die man in einem Haufen beisammen findet, und endlich der Umstand, dass beim Zerdrücken eines Mikrosporen-Klumpens die Mikrosporen gewöhnlich in der Taf. 5 Fig. 32*a* dargestellten Weise zusammenhängen. Der Kern liegt im spitzen Ende und hängt zuweilen noch mit dem Kern einer anderen Mikrospore zusammen. Die Präparate zeigen ferner, dass die Makrosporen ebenso wie bei *C. inerme* fast vollkommen reif sind, wenn bei den Mikrosporen-Klumpen erst die Einschnürung beginnt. Krystalle fehlen den Makrosporen sowohl als den Mikrosporen vollständig. Reife Schwärmer habe ich im lebenden Zustande nicht untersucht.

Die gelben Zellen verändern sich bei der Schwärmerbildung nicht und bleiben nach dem Ausschwärmen der Anisosporen lebend zurück.

9. *Sphaerozoum Häckeli*[1]).

Ausser grossen Kolonien von *Sph. punctatum* mit ansehnlichen Individuen habe ich zuweilen auch kleine, anscheinend junge Kolonien, die *Sph. punctatum* in der Form der Nadeln glichen, aber höchst wahrscheinlich nicht zu dieser Species gehören, in Anisosporen-Bildung gesehen. In einer Kolonie fanden sich etwa 100 Individuen, die entweder grosse und sehr deutliche, oft mit einem Fetttropfen versehene Kerne enthielten (Taf. 3 Fig. 11) oder sehr stark glänzendes Plasma besassen, in welchem von Kernen nichts zu erkennen war. Die ersteren Individuen besassen einen Durchmesser von 0,08—0,1 mm, die anderen 0,07—0,09; an jenen lagen stets mehrere, an diesen nur ganz vereinzelte gelbe Zellen. Zwei Tage später enthielten alle grösseren Individuen Klumpen mit einem kleinen Fettträubchen, während die anderen Individuen noch unverändert waren. Am vierten Tage war die zweite Sorte von Individuen noch wie am ersten Tage, nur waren die Kerne jetzt sehr deutlich. Die übrigen Individuen erschienen nunmehr bei auffallendem Lichte kreideweiss, bei durchfallendem schwärzlich. Am sechsten Tage endlich schwärmten aus jedem der weiter entwickelten Individuen Makro- und Mikrosporen (Taf. 5 Fig. 28*a*, *b*) aus, die nicht nur in der Grösse, sondern auch in der Form verschieden waren und meist zwei kleine Krystalle enthielten. Die übrigen Individuen waren ebenfalls in der Bildung von Anisosporen begriffen, sie waren aber um 2—3 Tage in der Entwicklung zurück. Die gelben Zellen waren sämmtlich vollkommen normal.

10. *Sphaerozoum acuferum.*

Bei *Sph. acuferum* habe ich Stadien der Anisosporen-Bildung nur in conservirten Kolonien bemerkt. Die jüngeren Zustände besassen ganz vereinzelte Gruppen kleiner differenzirter Kerne und zahlreichere grosse Kerne (Taf. 4 Fig. 40; Taf. 5 Fig. 40, 41), die bei

1) S. unten im systematischen Theile.

dieser Species auffallender Weise immer mehr oder weniger deutlich differenzirt waren. Die stärker färbbare Substanz fand sich bei den grossen Kernen entweder in Form undeutlich umgrenzter Klumpen oder von scharf abgesetzten Strängen und Netzbalken. Die Scheidung von stärker und schwächer färbbarer Kernsubstanz trat jedoch stets erst bei Beginn der Gruppenbildung auf und fehlte in den Kernen vegetativer Individuen vollkommen. Ueber die Beziehung der grossen Kerne zu den gruppenweise beisammenliegenden kleinen Kernen konnte ich ebenso wenig wie bei den anderen Arten ins Klare kommen.

In späteren Stadien fanden sich vereinzelte unregelmässige Kerne und sehr zahlreiche kleine Gruppen, die entweder nur wenige, ziemlich grosse, schwach gefärbte Makrosporen-Kerne mit feinen Chromatinfäden oder zahlreiche, kleinere, dunkler gefärbte und mit dickeren Chromatinbalken versehene Mikrosporen-Kerne enthielten (Taf. 5 Fig. 42, 62).

11. Zusammenfassung.

Die Bildung der Anisosporen unterscheidet sich bei sämmtlichen Sphaerozoëen von der Isosporen-Bildung durch das Vorkommen von Kerngruppen, durch die Differenzirung der Kerne und durch die deutliche Verschiedenheit von Makrosporen- und Mikrosporen-Kernen. In den übrigen Punkten zeigen die beiden Familien der Sphaerozoëen so erhebliche Verschiedenheiten, dass sie besser gesondert behandelt werden.

Bei den *Sphaerozoiden* beginnt die Bildung der Anisosporen damit, dass kleine Gruppen von 2—3 Kernen in den Individuen auftreten. Nach Beobachtungen an *C. inerme* und *Sph. punctatum* entstehen diese Kerngruppen dadurch, dass in der unmittelbaren Umgebung einiger Kerne das Plasma sich in eigenthümlicher Weise von der übrigen Marksubstanz differenzirt und die Theilstücke des sich wiederholt theilenden Kernes zusammenhält. In sehr frühen Stadien der Anisosporen-Bildung enthält daher die Markmasse einige Plasmaklumpen mit je 2—3 oder 4 Kernen und in dem übrigen schaumigen Plasma eine Anzahl einfacher Kerne, die oft tief ausgebuchtet und in Spitzen ausgezogen sind. Das Plasma der erwähnten Klumpen ist etwas stärker lichtbrechend und gleichartiger als die zwischen ihnen befindliche Marksubstanz. Die gruppenweise beisammenliegenden Kerne lassen eine anfangs undeutliche Differenzirung von stärker färbbarer gerüstartiger Substanz und einer schwächer färbbaren Zwischensubstanz erkennen; die einfachen grossen Kerne dagegen sind fast immer homogen und zeigen nur bei *Sph. acuferum* dieselbe Differenzirung wie die kleineren Kerne der Plasmaklumpen. Schon frühzeitig treten 2—3 kleine zusammenhängende Oeltropfen in den Klumpen auf, die in demselben Maasse an Zahl zunehmen wie die Kerne und in manchen Fällen eine eigenthümlich verzerrte Gestalt besitzen. Die grosse Oelkugel des Nestes nimmt dabei ganz allmählich an Umfang ab.

In der nächsten Zeit wächst die Anzahl und in geringem Grade auch die Grösse der Gruppen und die Menge der Kerne, die sie enthalten, während gleichzeitig die Zwischensubstanz allmählich abnimmt und die grossen homogenen Kerne derselben an Masse und in vielen Fällen auch an Zahl sich verringern. Bei *C. inerme* und *C. fulvum* scheinen die homogenen

Kerne schliesslich gänzlich zum Aufbau von Gruppen verwendet zu werden, bei *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* jedoch bleiben sie unter allmählicher Abnahme ihrer Grösse und Färbbarkeit bis kurz vor Ausbildung der Schwärmer erhalten. Die Klumpen erfüllen fast die ganze Markmasse, die zugleich noch an Umfang zunimmt. Jeder der Klumpen enthält im äusseren Theile die Kerne, im Innern die traubenförmige Fettmasse. Bei allen Sphaerozoiden finden sich in demselben Individuum Plasmaklumpen, die sich später in Makrosporen verwandeln, und solche, die zu Mikrosporen werden. Die ersteren Klumpen enthalten ziemlich grosse, wenig färbbare Kerne mit einem Gerüst aus feinen Fäden, die letzteren kleinere, stärker tingirbare Kerne mit einem Gerüst aus dicken Fäden. Die Mikrosporen-Klumpen sind gewöhnlich grösser und stets zahlreicher als die anderen, und besitzen verhältnissmässig sehr viel weniger Plasma, dafür aber bedeutend mehr Kerne, als diese. Die Verschiedenheit ist schon bei Beginn der Gruppenbildung erkennbar und ist kurz vor der Bildung der Schwärmeranlagen sehr deutlich ausgeprägt. Auch Hertwig hat bei Individuen von *C. inerme* bemerkt, dass ein Theil der in denselben vorhandenen Massen zahlreichere und intensiver färbbare Kerne enthielt, als der übrige, und vermuthet, dass die ersteren Anlagen zu Mikrosporen werden.

In den meisten Fällen geschieht die Umwandlung der Klumpen in Schwärmer dadurch, dass die traubenförmige Fettmasse in sehr zahlreiche Fettkörner zerfällt und die Klumpen sich in so viele keilförmige Stücke theilen, wie Kerne vorhanden sind. Abweichend von Hertwig fand ich bei beiden Arten von Schwärmern von *C. inerme* und bei den Makrosporen von *Sph. punctatum* im äusseren breiteren Ende der keilförmigen Schwärmeranlage stets den Kern, im inneren die Fettkörner, und zwar liessen sowohl lebende als abgetödtete Klumpen, die während des Zerfalles in Schwärmer zur Beobachtung gelangten, dieses Verhältniss erkennen. Dagegen scheint bei der Bildung der Mikrosporen von *Sph. punctatum* noch eine Theilung der Kerne in der Taf. 5 Fig. 34 *a*, *b* angedeuteten Weise stattzufinden. Dafür spricht die ausserordentliche Kleinheit nicht nur der Mikrosporen selbst, sondern auch ihrer Kerne[1]), ferner der Umstand, dass die durch Zerzupfen isolirten, abgetödteten Schwärmeranlagen oft im zugespitzten Ende den Kern enthielten und zuweilen sogar mit diesem Ende zusammenhingen, und endlich die Aehnlichkeit der Mikrosporenhaufen von *Sph. punctatum* mit der schematischen Figur (Fig. 34 *b*). Sowohl bei *C. inerme* als bei *Sph. punctatum* waren die Makrosporen schon fast reif, wenn die Mikrosporen-Klumpen derselben Individuen erst in der Abschnürung begriffen waren.

Die reifen Anisosporen der Sphaerozoiden unterscheiden sich von den Isosporen zunächst durch die Gestalt, die bei allen Anisosporen mehr oder weniger bohnenförmig ist[2]), ferner durch die constante Grössenverschiedenheit der Anisosporen, durch die Ver-

1) Bei *Sph. punctatum* beträgt der Längsdurchmesser der Makrosporen (an Balsampräparaten gemessen) 9—10 μ; der ihres Kernes 3—4 μ; der Längsdurchmesser der Mikrosporen 4—4,7 μ, der ihres Kernes meist 1,5, selten 2 μ. Bei *C. inerme* dagegen messen die Makrosporen 9—10 μ, ihre Kerne 3,5—4,5 μ, die Mikrosporen 4,5—5,5 μ und deren Kerne 2,5—3,3 μ. Die grössten Mikrosporenkerne sind also bei *C. inerme* beinahe ebenso gross, wie die kleinsten Makrosporenkerne, ein Verhalten, auf das auch Hertwig aufmerksam macht.

2) Aehnliche Verschiedenheiten in der Gestalt der Makro- und Mikrosporen wie bei *Sph. Häckeli* (Taf. 5 Fig.

schiedenheit ihrer Kerne, und endlich dadurch, dass in ihnen die Krystalle entweder gänzlich fehlen oder anders beschaffen sind, als bei den Isosporen. Die Grössendifferenz zwischen Makro- und Mikrosporen ist bei den einzelnen Species verschieden, bei *Sph. punctatum* am bedeutendsten. Der Längen- und Breitendurchmesser der Mikrosporen ist höchstens halb so gross wie bei den Makrosporen, ihre Masse also stets bedeutend geringer als die der letzteren. Die Verschiedenheit der Grösse beruht hauptsächlich darauf, dass die Makrosporen sehr viel, die Mikrosporen sehr wenig Plasma enthalten. Ausserdem ist aber auch der Kern der Mikrosporen in allen (bisher festgestellten) Fällen von geringerer Grösse als der Kern der Makrosporen. Am grössten ist die Differenz bei *Sph. punctatum*. Die Structur des Kernes ist auch in den reifen Schwärmern in ähnlicher Weise verschieden, wie in den Anlagen, d. h. die Mikrosporen-Kerne besitzen dickere Chromatinfäden und imbibiren sich stärker mit Farbstoffen als die Makrosporen-Kerne. Die Schwärmer von *C. inerme* und *Sph. Häckeli* enthielten sehr kleine Krystalle, in denen von *Sph. punctatum* und *C. fulvum* fehlten dagegen Krystalle gänzlich. Auf Grund einer oben angeführten Beobachtung an *C. inerme* vermuthe ich, dass die Krystalle im Centrum des Mutterindividuums, also in unmittelbarer Umgebung der bedeutend verkleinerten Oelkugel entstehen und erst beim Zerfall der Klumpen in Schwärmer diesen beigesellt werden. Ueber die Anzahl der Geisseln vermag ich nichts Sicheres anzugeben. Ich habe die Schwärmer von *C. inerme* und *Sph. Häckeli*, die ich Taf. 5 Fig. 20, 28 wiedergegeben habe, vor der Auffindung zweier Geisseln bei Isosporen untersucht und, ebenso wie Hertwig, nur eine Geissel bemerkt. Später hatte ich keine Gelegenheit mehr, meine Vermuthung, dass auch den Anisosporen stets zwei Geisseln zukommen, zu prüfen.

Die extracapsularen Theile unterliegen denselben Veränderungen, wie bei der Isosporenbildung. Die gelben Zellen werden bei *C. inerme* grösstentheils oder sämmtlich zerstört, während sie bei *Sph. punctatum* und *Sph. Häckeli* das Ausschwärmen überleben. Die Pseudopodien werden allmählich eingezogen und vermehren die Masse des Pseudopodienmutterbodens. Die bedeutende Grössenzunahme der Markmasse, die auch Hertwig aufgefallen ist, scheint zwar dafür zu sprechen, dass ein Theil der Rindensubstanz von der Markmasse aufgenommen wird; doch kann die Menge desselben nicht sehr erheblich sein, denn ich sah bei *C. inerme* nach dem Ausschwärmen stets eine bedeutende Menge von Plasma zurückbleiben, das aus hyalinen, an einander klebenden Stücken bestand und bald in Haufen bräunlicher Kügelchen sich verwandelte. Der Ansicht von Hertwig, dass bei der Schwärmerbildung die gesammte Masse des Mutterthieres verbraucht wird, kann ich also nicht beitreten. —

Auch bei den *Collosphaeriden* macht sich als erstes Anzeichen der Anisosporen-Bildung eine eigenthümliche Gruppirung der Kerne geltend; doch scheinen hier beim Uebergang aus dem vegetativen in den fructificativen Zustand sämmtliche Kerne sich in Kerngruppen zu verwandeln, indem sich in der Nähe eines jeden von ihnen ein Plasmaklümpchen, das die

28 *a*, *b*) scheinen auch bei *Sph. punctatum* vorzukommen. Die Schwärmer von *Sph. acuferum* sind gar nicht, die von *C. fulvum* nicht genau genug beobachtet worden.

Theilstücke des Kernes zusammenhält, von der übrigen Marksubstanz differenzirt. Von einzelnen Kernen zwischen den Klumpen, wie ich sie bei Sphaerozoiden stets wahrgenommen habe, konnte ich bei Collosphaeriden nichts erkennen. Die gruppenweise zu 2—4 oder 8 beisammenliegenden Kerne lassen gewöhnlich keine Differenzirung erkennen. Weitere Unterschiede von den Sphaerozoiden bestehen darin, dass die Kerne nur kurze Zeit in dieser Weise angeordnet sind, und dass Fetttrauben in den Gruppen zu fehlen scheinen. Bald nachdem die Differenzirung der Kerne begonnen hat, ist von ihrer gruppenweisen Anordnung nichts mehr zu erkennen. Sie liegen nun in mehreren Schichten und sind weiter von einander entfernt als bei der Bildung von Isosporen. Die Differenzirung ist noch deutlicher als bei den Kernen der Sphaerozoiden. Während sich bei diesen auch die Grundsubstanz der Kerne färbte und das Chromatingerüst nur wenig stärker lichtbrechend ist, bleibt bei den Kernen der Collosphaeriden die Grundsubstanz gänzlich ungefärbt und zeichnen sich die Chromatinfäden durch ausserordentlich starkes Lichtbrechungsvermögen aus. Die Verschiedenheit der Makrosporen- und Mikrosporen-Kerne ist auch bei den Collosphaeriden sehr scharf ausgeprägt. Die ersteren besitzen blasse, feine und wenig zahlreiche Chromatinfäden und sind etwas kleiner; die letzteren sind grösser und enthalten grobe, stark glänzende und zahlreiche Chromatinfäden. Die beiden verschiedenen Kernarten finden sich im Gegensatze zu den Sphaerozoiden in verschiedenen Individuen. Ein anderer sehr auffallender Unterschied besteht darin, dass den Anisosporen der Collosphaeriden eben solche (*Myxosph. coerulea*, *Collosph. Huxleyi*) oder doch sehr ähnliche (*Acrosph. spinosa*) Krystalle[1]) wie den Isosporen mitgegeben werden. Auch die Art des Auftretens der Krystalle ist ähnlich wie bei der Isosporen-Bildung. Sie werden bei *Myxosph. coerulea* stets an der Innenseite der Kerne, bei *Acrosph. spinosa* und *Collosph. Huxleyi* in der unmittelbaren Umgebung der Kerne ausgebildet. Die Krystalle von *Acrosph. spinosa* sind in den Individuen, welche Makrosporen bilden, mindestens doppelt so dick als in den übrigen. Ausserdem sind sowohl bei *Acrosph. spinosa* als bei *Collosph. Huxleyi* die Krystalle in den Makrosporen-Nestern ebenso zahlreich wie die Kerne, dagegen zahlreicher als die Kerne in den Mikrosporen bildenden Nestern.

Ueber das Verhalten des übrigen Centralkapselinhaltes ist noch zu bemerken, dass bald nach der Gruppenbildung bei *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi* in der Nähe der Oelkugel blaues Pigment und etwa gleichzeitig bei *Collosph. Huxleyi* die Anlagen der grossen Krystalle auftreten. Die letzteren bemerkte ich in einigen Fällen innerhalb der Kerngruppen. Nach dem Aufhören der Gruppirung lagern sie im Umkreise der Oelkugel und wachsen dort zu derselben Grösse heran wie bei der Bildung von Isosporen.

Meinen obigen Angaben über *Collosph. Huxleyi* habe ich noch hinzuzufügen, dass ich zuweilen in den Individuen alter Kolonien mehrere Oelkugeln bemerkt habe. Leider unterliess ich eine nähere Untersuchung dieser Zustände, die vermuthlich ein frühes Stadium der

1) Von *Siphonosph. tenera* gelangten nur jüngere Stadien der Anisosporen-Bildung zur Beobachtung. Wahrscheinlich werden auch bei dieser Species Krystalle, die denen der Isosporen gleich oder sehr ähnlich sind, gebildet.

Anisosporen-Bildung repräsentiren. Diese gelegentliche Beobachtung macht es immerhin wahrscheinlich, dass die Oelkugel sich den Kerngruppen entsprechend in mehrere Tropfen theilt. Doch wird dieser Zustand, ebenso wie die Gruppenbildung selbst, nur ein kurz vorübergehender sein, denn ich habe in älteren fructificativen Zuständen stets nur eine Oelkugel bemerkt.

Die Unterschiede zwischen der Bildung von Isosporen und Anisosporen wurden mir leider erst beim Studium der Präparate klar, als ich die Untersuchungen an lebendem Material bereits abgeschlossen hatte. Da ich aber in dem conservirten Material beinahe ebenso häufig Stadien der Anisosporen-Bildung wie solche der Isosporen-Bildung gefunden und ausserdem das Austreten von Schwärmern bei *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi* häufig gesehen habe, vermuthe ich, dass die von mir beobachteten Collosphaeriden-Schwärmer zum Theil Anisosporen gewesen sind. Sämmtliche Zoosporen der genannten beiden Arten liessen aber weder in der Form noch in der Grösse erhebliche Verschiedenheiten erkennen, so dass bei den Collosphaeriden sich weder die Anisosporen unter einander noch die Anisosporen und die Isosporen sich äusserlich so leicht wie bei den Sphaerozoiden unterscheiden zu lassen scheinen. Künftige Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob diese Annahme richtig ist. Die durchgreifende Verschiedenheit der Kerne wird dabei einen wichtigen Anhalt bieten. —

Die extracapsularen Theile der Collosphaeriden verhalten sich im wesentlichen ebenso wie bei der Isosporen-Bildung. Die Rindensubstanz zerfällt und geht zu Grunde; die gelben Zellen dagegen bleiben am Leben.

III. Der Generationswechsel der Sphaerozoëen.

Bei den Sphaerozoëen kommt es zur Bildung von zwei verschiedenen Arten von Schwärmern (Isosporen und Anisosporen). Die wichtigsten bis jetzt festgestellten Unterschiede zwischen der Bildung dieser beiden Schwärmerarten ergeben sich aus der nachstehenden Uebersicht:

Isosporen-Bildung	Anisosporen-Bildung	
	Collosphaeriden.	*Sphaerozoiden.*
Kerne homogen, doppeltbrechend. Gruppenbildung fehlt gänzlich.	Kerne schon frühzeitig differenzirt, einfach brechend, bilden Gruppen.	
	Die Gruppenbildung beginnt frühzeitig, verschwindet jedoch nach kurzer Zeit.	Die Gruppen treten frühzeitig auf und bleiben bis zur Bildung der Schwärmeranlagen erhalten.
	Kerne der Gruppen homogen oder doch erst kurz vor Aufhören der Gruppirung differenzirt.	Kerne der Gruppen stets differenzirt.
	Ausserhalb der Gruppen keine Kerne.	Ausserhalb der Gruppen (meist homogene) Kerne vorhanden.
Traubenförmige Fettmassen fehlen gänzlich.	Eine Fetttraube fehlt (?) den Gruppen.	Jede Gruppe enthält eine traubenförmige Fettmasse.
Sämmtliche Kerne gleich.	Die Kerne der verschiedenen Gruppen sind entweder Makrosporen- oder Mikrosporen-Kerne, die schon frühzeitig eine durchgreifende Verschiedenheit zeigen.	

Isosporen-Bildung	Anisosporen-Bildung	
	Collosphaeriden.	*Sphaerozoiden.*
	Makro- und Mikrosporen werden in verschiedenen Individuen gebildet.	Makro- und Mikrosporen werden in demselben Individuum gebildet.
Isosporen spindelförmig und gleich gross.	Anisosporen wahrscheinlich spindelförmig und ungefähr gleich gross (?).	Anisosporen stets bohnenförmig und mehr oder weniger verschieden gross.
Isosporen stets mit Krystall.	Anisosporen stets mit Krystall, der ebenso oder nur wenig anders ist als der der Isosporen.	Anisosporen entweder ohne oder mit sehr kleinem Krystall, der von dem der Isosporen bedeutend abweicht.

Hertwig, welcher nur bei *C. inerme* die Entwicklung von Isosporen und Anisosporen beobachtet hat, hielt es für wahrscheinlich, dass den beiden Schwärmerformen eine Verschiedenheit der Species zu Grunde liegt, und führte einige Unterschiede an, welche er zwischen Isosporen-bildenden Individuen und solchen, die Anisosporen producirten, bemerkt hat. Die ersteren besassen durchgängig eine kugelige, runde Gestalt, während ovale und langgestreckte Kapseln die zweite Schwärmerform ausbildeten; ausserdem waren letztere im Durchschnitt grösser als erstere. Diese Unterschiede kann ich nur insofern bestätigen, als sie während der Schwärmerbildung vorhanden sind; vorher fehlen sie. Dass die Markmasse von *C. inerme* sich abkugelt, ist nur ein Symptom der Isosporen-Bildung. Die vegetativen Kolonien und diejenigen, welche in der Bildung von Anisosporen begriffen sind, lassen keine Centralkapselmembran erkennen; dagegen scheint bei den Isosporen-bildenden Individuen eine Membran aufzutreten. Dieser Umstand erklärt sowohl die Kugelgestalt der Individuen im letzteren Falle, als auch die mehr unregelmässige Form und den etwas grösseren Umfang der Nester bei der Bildung von Anisosporen. Den beiden von Hertwig angeführten Unterschieden kann ich noch zwei andere hinzufügen. Schon makroskopisch erkennt man an Färbung und Gestalt der Kolonie, welche Entwicklungsform von *C. inerme* man vor sich hat. Vegetative Zustände und die ersten Stadien der Bildung von Anisosporen und Isosporen erscheinen farblos bis blassgelb, Exemplare, die in der Bildung von Isosporen begriffen sind, weiss, und solche, die Anisosporen produciren, gelblich bis braungelb. Ferner sind am stärksten eingeschnürt und perlschnurartig gegliedert die Exemplare der letzten Sorte (Taf. 5 Fig. 67 *o—s*); die Stadien der Isosporen-Bildung sind gar nicht eingekerbt (67 *a—k*), und die vegetativen Zustände sind schwach gegliedert (67 *l—n*). Die Vacuolen sind also am stärksten aufgetrieben, wenn Anisosporen producirt werden, am wenigsten bei der Bildung von Isosporen. Die schwärmerbildenden Zustände von *C. inerme* lassen sich also sowohl nach der Gestalt und Färbung der Kolonie als auch nach der Beschaffenheit der Nester von einer Mittelform, die durch die vegetativen Zustände repräsentirt wird, ableiten. Erst wenn die ersten Vorgänge der Schwärmerbildung auftreten, verändert sich diese Mittelform allmählich nach der einen oder der anderen Richtung hin. — Aehnliche Unterschiede treten — jedoch in geringerem Maasse — auch bei *Sph. punctatum* auf. Die Individuen der Isosporen-bildenden Kolonien sind immer kugelrund, die der vegetativen Zustände und

solcher Kolonien, die Anisosporen bilden, häufig ellipsoidisch. Ausserdem unterscheiden sich die vegetativen Formen schon makroskopisch von den in der Bildung von Anisosporen begriffenen Exemplaren. Bei den letzteren treten die Nester deutlicher hervor, und die Qualster selbst erscheinen zugleich — wenn ich so sagen darf — praller, weil ihre Gallerte, namentlich der äussere Saum derselben, stärker ausgebildet ist.

Ausserdem ist gegen Hertwig's Auffassung geltend zu machen, dass bei *C. inerme* zuweilen Kolonien, die in der Isosporen-Bildung begriffen sind, mit solchen, die Anisosporen produciren, nicht nur zusammenkleben, sondern in vielen Fällen geradezu verschmelzen. Wie ich oben (p. 82) ausführte, findet aber nur zwischen Kolonien derselben Species eine innige Vereinigung statt; folglich müssen die in der Bildung der beiden verschiedenen Schwärmersorten begriffenen Kolonien einer einzigen Art angehören.

Der zwingendste Beweis für meine Ansicht, dass die Sphaerozoëen sämmtlich zwei verschiedene Entwicklungsweisen besitzen, besteht aber wohl darin, dass jetzt schon bei nicht weniger als 7 von den 10 genauer untersuchten Sphaerozoëen-Species sowohl die Bildung von Isosporen als diejenige von Anisosporen constatirt worden ist. Da in allen Fällen die Kolonien bis zum Beginn der Sporenbildung vollkommen übereinstimmen, so ist, wie ich bereits früher (**18**) hervorhob, eine Trennung der einzelnen Arten nach der Entwicklungsweise gänzlich undenkbar. Dagegen wird die Erscheinung sofort verständlich, wenn man sie mit der doppelten Entwicklungsweise der Thallophyten in Parallele bringt. Man wird alsdann zu der Ueberzeugung gedrängt, dass bei den Sphaerozoëen ein ganz ähnlicher Generationswechsel vorliegt, wie bei den Algen und Pilzen. Ein solcher Vergleich erscheint um so eher gerechtfertigt, als die Thallophyten z. Th. etwa denselben Grad der Differenzirung besitzen und ungefähr auf der gleichen Stufe der phylogenetischen Entwicklung stehen wie die Radiolarien. Ausserdem ist bei der völligen Unmöglichkeit, die Radiolarien mehrere Generationen hindurch zu züchten, bei ihnen ein experimenteller Nachweis des Generationswechsels ausgeschlossen; man wird daher stets auf einen Vergleich mit verhältnissmässig leicht cultivirbaren verwandten Organismen angewiesen sein. Und da bei den nächsten Verwandten der Radiolarien, den übrigen Rhizopoden, eine doppelte Entwicklungsweise, welche mit dem Generationswechsel der Thallophyten im Wesentlichen übereinstimmte, meines Wissens zur Zeit noch nicht constatirt ist, so kann man sich nur an die Thallophyten selbst halten.

Bei vielen Thallophyten geht aus einem geschlechtlich erzeugten Keim ein Pflänzchen hervor, das nach einer mehr oder weniger langen vegetativen Periode ungeschlechtliche Sporen bildet. Dieselben wachsen, ohne mit einander zu verschmelzen, zu einer neuen Pflanze aus, die ähnlich wie in der geschlechtlich erzeugten Generation erst nach einer vegetativen Periode Sporen bildet, und zwar jetzt geschlechtlich differenzirte (Andro- und Gynosporen). Das Verschmelzungsproduct derselben entwickelt sich alsbald zu einem Pflänzchen, das schliesslich ungeschlechtliche Sporen bildet, etc. Der Generationswechsel der Thallophyten[1])

1) Vergl. Sachs, Lehrbuch der Botanik und Nägeli, C. v., Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München 1884.

zeigt eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit: die sexuellen Sporen sind entweder gleich oder aber mehr oder weniger verschieden von einander; im letzteren Falle sind entweder Andro- und Gynosporen oder nur die Androsporen beweglich; ausserdem werden Andro- und Gynosporen in demselben oder in verschiedenen Individuen gebildet; ferner stimmt die vegetative Periode in den beiden Generationen überein oder sie ist verschieden; ausserdem wechseln die beiden Generationen nicht immer regelmässig mit einander ab, sondern in vielen Fällen wiederholt sich diejenige Generation, welche asexuelle Sporen producirt, mehrmals etc.

Die doppelte Entwicklungsweise der Sphaerozoëen zeigt mit dem Generationswechsel bald dieser bald jener Alge grosse Uebereinstimmungen, eine volle Gleichheit des Entwicklungsganges der Sphaerozoëen mit demjenigen irgend einer Thallophyte besteht jedoch ebenso wenig, wie zwischen den verschiedenen Abtheilungen der Thallophyten unter einander. Die vegetative Periode der beiden Generationen ist bei den Sphaerozoëen vollkommen gleich. Wie ich oben gezeigt habe, stehen die Kolonien, welche sich zur Isosporen-Bildung anschicken, auf derselben Stufe der Entwicklung und haben eine ebenso lange vegetative Periode hinter sich, wie die Anisosporen-bildenden Kolonien. In dieser Hinsicht stimmen die Kolonie-bildenden Radiolarien mit den Saprolegniaceen, Florideen und einigen anderen Thallophyten überein, bei denen gleichfalls die geschlechtlichen und die ungeschlechtlichen Pflanzen einander ganz gleich sind. Am Ende des vegetativen Lebens kommt es, wie bei vielen Algen, in der einen Generation zur Ausbildung von ungeschlechtlichen Sporen (Isosporen), in der anderen zur Entwicklung von geschlechtlich differenzirten Schwärmern (Anisosporen).

Dass die Anisosporen geschlechtlich differenzirt sind, hat bereits Hertwig vermuthet. Ich glaube, dass diese Annahme durch den Nachweis der bedeutenden Verschiedenheit der Kerne in den Makrosporen einer- und den Mikrosporen andererseits eine so wichtige Stütze erhalten hat, dass man schon jetzt die Anisosporen als die sexuellen Sporen der Sphaerozoëen bezeichnen und ausserdem die Isosporen mit ihren stets vollkommen gleichen Kernen als asexuelle Sporen ansehen darf. Die wesentlichste Bedingung für den Sexualact besteht nicht in der Verschiedenheit der Grösse oder der Gestalt, sondern in der Verschiedenheit des Stoffes der beiden copulirenden Zellen. Diese stoffliche Differenzirung ist aber in den Makro- und Mikrosporen oben mit Sicherheit in allen Fällen nachgewiesen worden[1]). Für die Sexualität der Anisosporen spricht ferner, dass die Mikrosporen der Sphaerozoëen, ebenso wie die Androsporen der Algen, stets in bedeutend grösserer Anzahl ausgebildet werden als die Makrosporen bezw. Gynosporen. Endlich wird die geschlechtliche Differenz der Anisosporen noch dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Makrosporen meist vor den Mikrosporen reif werden. Auch bei den Algen werden die Gynosporen früher ausgebildet als die Androsporen, so dass eine Selbstbefruchtung ausgeschlossen ist.

1) Ob bei Thallophyten die Sexualzellen schon auf die Beschaffenheit ihrer Kerne genauer untersucht sind, vermag ich nicht anzugeben. Studien dieser Art würden höchst wahrscheinlich zu ähnlichen Resultaten führen, wie bei den Sphaerozoëen. Es gelänge vielleicht, auch eine Differenz der Kerne in den Fällen, wo die copulirenden Zellen der Form und Grösse nach gleich sind, nachzuweisen.

Dass es mir bisher nicht gelungen ist, die Copulation der Anisosporen zu beobachten, liegt wohl zum grössten Theil daran, dass ich nie die Schwärmer von zwei verschiedenen Kolonien zusammengebracht habe. Ich vermuthe, dass es bei Beharrlichkeit gelingen wird, nicht allein die Copulation der Anisosporen zu beobachten, sondern auch die ersten Stadien der Umbildung des Verschmelzungsproductes in die junge Sphaerozoëe zu verfolgen. Wegen der meist geringeren Menge von Reservematerial, welches die Anisosporen besitzen, werden sie wahrscheinlich sich rascher in die junge Radiolarie umbilden als die Isosporen. Ich konnte die Schwärmer ebenso wie Cienkowski nie länger als 24 Stunden am Leben erhalten. — Wie ich oben gezeigt habe, geschieht die Bildung von Makro- und Mikrosporen bei den Sphaerozoiden in demselben, bei Collosphaeriden jedoch in verschiedenen Individuen. Man könnte sich durch diese Thatsache veranlasst sehen, die ersteren den Zygosporeen unter den Thallophyten, die letzteren den Oosporeen an die Seite zu stellen. Die Verschiedenheit zwischen den beiden Sphaerozoëen-Familien ist jedoch bei näherer Betrachtung nicht so bedeutend, wie es auf den ersten Blick scheint. Die eigenthümliche Gruppenbildung der Kerne, welche bei den Sphaerozoiden schon in den ersten Stadien der Anisosporen-Bildung auftritt und bis zur Ausbildung der Schwärmeranlagen bestehen bleibt, ist mit der sogen. freien Zellbildung oder der Bildung innerer Knospen zu vergleichen. Dass diese Gruppen in der That als innere Knospen aufzufassen sind, geht nicht nur aus der Art ihres Auftretens, sondern auch aus der fast völligen Gleichheit derselben mit den extracapsularen Körpern (s. unten) hervor, welche nachweislich durch Knospung aus den Nestern hervorgehen. Während der Anisosporen-Bildung sind also die Individuen der Sphaerozoiden vielzellig; die sogenannten Gruppen sind nichts weiter als mehrkernige junge Zellen innerhalb der Mutterzelle. Die letztere besteht sogar als solche oft noch längere Zeit fort, wie das Zurückbleiben der homogenen Kerne und des Zwischenplasmas bei *Sph. punctatum* und *C. inerme* zeigt. Jede der Zellen innerhalb des Mutterindividuums besitzt aber, wie oben gezeigt, entweder nur Mikrosporen-Kerne oder nur Makrosporen-Kerne; die inneren Knospen sind also schon geschlechtlich differenzirt. In Folge dessen können die Sphaerozoiden nicht den Zygosporeen, sondern nur den Oosporeen, bei welchen die Elterzellen nur männliche oder nur weibliche Fortpflanzungszellen erzeugen, an die Seite gestellt werden. Die Collosphaeriden nehmen eine etwas höhere Stufe ein; sie müssten sogar neben die Carposporeen gestellt werden, wenn nicht bei ihnen die innere Knospung, die Gruppenbildung, eine ganz kurz vorübergehende Erscheinung wäre. Während der weiteren Ausbildung der Anisosporen ist jedes Individuum der Collosphaeriden nicht wie bei den Sphaerozoiden vielzellig, sondern es besteht, ähnlich wie bei der Isosporen-Bildung und wie in vegetativen Zuständen, aus einer einzigen vielkernigen Zelle, die erst kurz vor dem Ausschwärmen sich in die Fortpflanzungszellen umwandelt. Die Collosphaeriden können deshalb auch nur — ebenso wie die Sphaerozoiden — mit den Oosporeen in Parallele gebracht werden.

4. Extracapsulare Körper.

Müller (3 p. 5) beobachtete einen Meerqualster, »in dem kleine und sehr kleine Nester ganz in der Nähe der grösseren Nester gelagert waren, welche sich durch den Inhalt des Oeltropfens schon als junge Abkömmlinge derselben unicellularen Colonie zu erkennen geben«. — Häckel (5 p. 149) constatirte, dass die Oelkugeln in den Nestern zuweilen ganz fehlen und dafür allenthalben zwischen den Nestern in dem Qualster zerstreut sind. »Diese extracapsularen Oelkugeln sind entweder einfach, oder jede enthält mehrere kleinere, gewöhnlich 4—6, oft auch nur 1 oder 2, andere male bis 10 und darüber, andere ebenso fettglänzende Kugeln eingeschlossen im Inneren. Bestehen diese eingeschlossenen Kugeln, welche gewöhnlich von ungleicher Grösse sind und etwa $^1/_4$ oder die Hälfte der umschliessenden, ölglänzenden Kugel erfüllen, wirklich gleich dieser selbst, wie es Anschein hat, aus einem stark lichtbrechenden, halbflüssigen Fett, so müssen natürlich diese eingeschlossenen Oelkugeln von Membranen umschlossen sein, wie es vielleicht auch bei den gewöhnlichen centralen intracapsularen Oelkugeln der Fall ist.« Ueber die Bedeutung und die weitere Entwicklung dieser eigenthümlichen Gebilde konnte Häckel nichts Sicheres ermitteln und giebt nur noch an (p. 150), dass er die extracapsularen Oelkugeln vorzugsweise in ganz kleinen Qualstern antraf. — Stuart (11) versichert, dass er bei einer Varietät von *C. inerme* »den Hergang der Entwicklung neuer Individuen der Thierkolonie verfolgen« konnte. »Ein einfaches Klümpchen verdichteten Protoplasmas, welches sich auf und zwischen den Pseudopodien des erwachsenen Thieres ansammelt, wird zum Sitze der Entwicklung neuer Individuen. Erst scheiden sich aus dem klaren Protoplasma kleine Fetttröpfchen ab, welche sich später in ein centrales Fetttröpfchen vereinigen; dieses wird dann zum Centrum der Ausbildung der jungen Brut. Weiter folgt eine Trennung des Protoplasma in ein äusseres helles und ein inneres dunkleres, wobei die Corticalmasse des letzteren eine dichtere Consistenz annimmt — die Centralblase. Die so gestalteten jungen Individuen können als solche erkannt werden durch die Anwesenheit der gelben Zellen, vor allem aber von kleinen kieselartigen Krystallen polyedrischer Gestalt, welche für die untersuchte Art charakteristisch sind.« — Auch Cienkowski (14 p. 378) glaubt bei *C. inerme* die Entwicklung von kleinen Centralkapseln aus dem strahlenden Protoplasma beobachtet zu haben. Statt der gewöhnlichen, die Kapseln umhüllenden Protoplasmaschicht sah er oft »viele, dicht zusammen gedrängte Bläschen, die ganz das Aussehen von jungen Kapseln besassen. Sie waren von verschiedener Gestalt, oft in spitze Fortsätze ausgezogen, enthielten ein oder mehrere Oelbläschen und waren in reger Theilung begriffen. Um den ganzen die alte Kapsel bedeckenden Haufen dieser Bläschen zog sich eine dünne Schleimschicht, der Rest des die Kapsel umhüllenden Protoplasma.« Nach einigen Tagen traf er an cultivirten Collozoen erwähnte Bläschen an der Oberfläche der Colonie zerstreut und abgerundet; weiter liess sich ihre Entwicklung nicht verfolgen. —

Hertwig (15 p. 37) hält die extracapsularen Körper für eine Modification der Entwicklung von bohnenförmigen Schwärmern. Die Beschreibung, die er von diesen Körpern giebt, ist ebenso wie die Abbildungen bedeutend genauer als die seiner Vorgänger; über Entstehung und Schicksal der Körper hat jedoch auch Hertwig nichts Sicheres feststellen können. Die Zahl der extracapsularen Körper ist so gross, dass die Centralkapsel fast völlig von ihnen verdeckt ist. Wie die gelben Zellen, so sieht man auch diese Körper im Sarkodenetz der Kolonie sich fortbewegen und langsam von einer Centralkapsel zur anderen transportirt werden. »Nur selten sind sie rund, häufig bisquitförmig, am meisten begegnet man oberflächlich mehr oder minder tief eingeschnürten Formen, unter denen manche wie gelappt aussehen. Ebenso variirt die Grösse beträchtlich, die Mehrzahl mag einen Durchmesser von 0,03 mm besitzen, andere sind nur 0,02 mm, wieder andere dagegen, namentlich die gelappten Körper, sind bis zu 0,04 mm gross. Im frischen Zustande erkennt man in diesen Körpern nur einen central gelegenen Haufen von kleinen Fettkugeln, welche brombeerartig aneinander gelagert sind, dagegen ist eine Membran nicht nachweisbar, obwohl sich die homogene Substanz scharf gegen das umgebende körnige Protoplasma absetzt. Eine Membran fehlt auch bei Anwendung von Reagentien, von Chromsäure und Essigsäure. Dagegen werden durch genannte Säuren in jedem Körper Kerne sichtbar, welche den grösseren Theil der Masse desselben ausmachen. Ihre Anzahl ist entweder eine beschränkte, dann sind die einzelnen Kerne von beträchtlicher Grösse bis zu 0,01 mm, oder es sind zahlreichere und dann kleinere Kerne vorhanden.« Ueber die Beschaffenheit der Centralkapsel wird nichts Näheres mitgetheilt. Die Uebereinstimmung der extracapsularen Körper mit den Anlagen der

bohnenförmigen oder krystalllosen Schwärmer ist so gross, dass Hertwig geneigt ist anzunehmen, »dass die Körper entstehen, indem in irgend welcher Weise die den Ausgangspunkt der Schwärmerentwicklung bildenden Kernhaufen mit umgebendem Protoplasma und centraler Oelkugel nach aussen gelangen und sich hier in der Umgebung der Centralkapsel weiter entwickeln.« Die gelappten Formen deutet er als Theilungszustände, welche den Zerfall des Körpers in die einzelnen Schwärmer vorbereiten. Für diese Deutung spricht, dass er einmal ausser gelappten Formen Körper fand, welche ein traubenförmiges Ansehen hatten, als ob sie in zahlreiche Stücke zerfallen wollten. Ferner waren die Oeltropfen, ähnlich wie bei den Schwärmeranlagen, in einen Körnchenhaufen aufgelöst. Gegen Cienkowski's Deutung der extracapsularen Körper macht Hertwig (p. 39) geltend, dass eine ganz ausserordentliche (etwa zwanzigfache) Steigerung der Centralkapselanzahl einer Kolonie mit einem Male erfolgen müsste, wenn die Körper sich alle zu Centralkapseln entwickeln. Kolonien, »bei denen neben grossen Muttercentralkapseln eine zahllose Menge kleiner Tochtercentralkapseln sich vorgefunden hätte,« seien noch nie gefunden worden. »Wollte man aus den Körpern junge Centralkapseln ableiten, so müsste man wenigstens annehmen, dass sie die Kolonie verlassen und selbst zum Ausgangspunkt neuer Kolonien werden. Ferner würden bei der Annahme der Ansicht Cienkowski's die eigenthümlich gelappten Formen der Körper völlig unerklärt bleiben.« — Auch in seiner späteren Arbeit hält Hertwig (17 p. 129) an der Vermuthung fest, dass die extracapsularen Körper mit der Schwärmerbildung in Zusammenhang stehen. Ausserdem hebt er gegen Cienkowski's Annahme, dass die Körper sich selbständig aus der extracapsularen Sarkode entwickeln, mit Recht hervor, dass die kernhaltigen extracapsularen Körper nur aus dem Centralkapselinhalt, nicht aber aus der kernlosen extracapsularen Sarkode hervorgehen können. — Brandt (18 p. 394 Anm.) spricht auf Grund seiner Beobachtungen die Vermuthung aus, dass die extracapsularen Schwärmeranlagen in sehr vielen Fällen nicht zu freien Schwärmern werden, sondern oft der Kolonie verbleiben und zu Centralkapseln heranwachsen.

Nach den vorstehenden Literaturangaben sind von Cienkowski und besonders von Hertwig einzelne Zustände der sogen. extracapsularen Körper bei einer Species (*Collozoum inerme*) eingehend beschrieben worden; über Entstehung und Schicksal dieser Körper liegen jedoch nur widersprechende Vermuthungen vor.

Ich habe echte extracapsulare Körper nur bei Sphaerozoiden, und zwar bei *C. inerme*, *C. pelagicum*, *C. fulvum* und *Sph. neapolitanum* beobachtet. Wie ich in der Zusammenfassung am Schlusse dieses Capitels zeigen werde, lassen sich aber gewisse Entwicklungsvorgänge der Collosphaeriden, die ich zunächst beschreiben will, der Bildung von extracapsularen Körpern bei Sphaerozoiden an die Seite stellen. Im Allgemeinen ist hervorzuheben, dass die extracapsularen Körper nur in jugendlichen Kolonien vorkommen, welche noch nicht sehr zahlreiche Individuen enthalten, und dass die extracapsularen Körper stets mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit mit den bei der Anisosporen-Bildung auftretenden intracapsularen Schwärmeranlagen zeigen.

I. Collosphaeriden.

Wie ich oben (p. 63) bereits erwähnt habe, werden bei *Collosph. Huxleyi* zunächst nur kleine Schalen gebildet; darauf werden einige Zeit hindurch etwas grössere Schalen ausgeschieden, und endlich umgeben sich alle noch übrigen nackten Nester mit einer Gitterschale von sehr bedeutendem Durchmesser. Dementsprechend findet man Kolonien, welche ausser nackten nur wenige, mit kleiner und zarter Schale versehene Individuen enthalten, ferner solche mit zahlreichen nackten, sowie 20—30 mit kleiner, mehr oder weniger dicker Schale

umgebenen Nestern und einigen Individuen, die eine grössere, noch sehr feine Schale besitzen, und endlich Kolonien, deren Individuen entweder nackt sind oder eine dicke, kleine oder aber eine grosse, sehr feine Gitterschale aufweisen. Dass diese Reihenfolge der Stadien die richtige ist, lehrt ausserdem die Anzahl der Kerne in den Individuen; dagegen gewährt die Grösse der Kolonie und die Zahl der Individuen in diesem Entwicklungszustande keinen sicheren Anhalt für die Altersbestimmung. Das zeigen die im Nachstehenden mitgetheilten Beobachtungen und geht ferner daraus hervor, dass die Kolonien während dieses Stadiums häufig eine biscuitförmige Gestalt aufweisen, also allem Anscheine nach in Theilung begriffen sind. Wenn man auch im Stande ist, nach der Beschaffenheit der Schalen einer Kolonie und der Zahl der Individuen die Reihenfolge der Stadien im Grossen und Ganzen zu bestimmen, so ist es doch bei der Lückenhaftigkeit meiner bisherigen Beobachtungen und dem Mangel von Züchtungsversuchen leider nicht möglich, ein Bild von den complicirten Vorgängen, welche sich in den Individuen abspielen, zu geben. In der nachstehenden Uebersicht theile ich meine Beobachtungen an 21 jungen Kolonien von *Collosph. Huxleyi*, an 2 solchen von *Acrosph. spinosa* und an einer von *Siphonosph. tenera* mit. In derselben bezeichnen die römischen Ziffern sicher, die arabischen nur vermuthungsweise die richtige Reihenfolge der verschiedenaltrigen Kolonien.

a. Collosphaera Huxleyi.

I. Ausser zahlreichen nackten nur wenige mit kleiner und zarter Schale versehene Individuen.

1. Etwa 100 Individuen, nur 1 davon mit Schale.	Nackte Individuen verschieden gross, häufig in Theilung. 1—4 oder 5 oft biscuitförmige Kerne je nach der Grösse der Individuen. Oelkugeln fehlen ganz.	Taf. 6 Fig. 28. *a—f.*
2. Kolonie wurstförmig, 16 mm lang, 3 mm dick, schlaff. Mehr als 100 Individuen, 10 davon mit Schale.	a. Nackte Individuen z. Th. ohne, z. Th. mit 1—3 kleinen Oelkugeln. b. Mit kleiner Schale versehene: 1 grössere Oelkugel.	

II. Ausser vielen nackten eine Anzahl von Individuen mit verschieden dicker kleiner Schale.

3. Kolonie biscuitförmig, 6 mm lang.	a. Nackte Individuen ohne oder mit 1—2 kleinen Oeltröpfchen. b. Mit kleiner Schale versehene: meist 1 ansehnliche Oelkugel, nur die mit ganz dünner und etwas grösserer Schale versehenen 1 kleine Oelkugel.	
4.	Alle Individuen mit mehreren Oelkugeln.	
5. Nackte Individuen 6—7 mal so zahlreich als die anderen.	a. Nackte: 3—8 sehr kleine Oeltröpfchen. b. Mit kleiner Schale versehene: 1 ansehnliche Oelkugel.	Taf. 6 Fig. 27.
6. Wurstförmig, 5 mm lang.	a. Nackte: alle mehrere kleine Oeltröpfchen. b. Mit kleiner Schale verschene: 1 Oelkugel.	

7. Kolonie biscuitförmig, 9 mm lang. Nackte Individuen sehr zahlreich.	Alle Individuen je 1 Oelkugel. Nach Abtödtung und Färbung: Nackte verschieden gross und mit verschieden stark gefärbtem Plasma, 3—8 Kerne. Mit kleiner Schale versehene Individuen kleiner; Plasma blasser, 1—2 Kerne.	Taf. 4 Fig. 26. *a—c.*

III. Ausser vielen nackten eine Anzahl von Individuen mit kleiner, dicker und mehrere mit etwas grösserer, sehr feiner Schale.

8.	Nackte: je 6—8 Oelkugeln nahe der Peripherie. Mit kleiner Schale versehene: je 2—4 Oelkugeln nahe dem Centrum.	
9. Mehr als 100 nackte Individuen. Meist liegen mehrere derselben klumpenweise beisammen in der Nähe eines mit Schale versehenen Nestes. Mit dicker kleiner Schale 10, mit dünner etwas grösserer Schale 4 Individuen.	a. Nackte 5—10 kleine Oeltröpfchen nahe der Peripherie; b. mit dicker kleiner Schale versehene je 1 ansehnliche Oelkugel im Centrum; c. mit dünner, etwas grösserer Schale versehene Individuen mehrere (3—5) kleine Oeltröpfchen nahe dem Centrum. Die Individuen a und c mit feinen radiären Pseudopodien, die Individuen b mit dicken Rindensubstanzlappen.	
10.	a. Nackte: nahe der Peripherie violette Pigmentkörnchen und mehrere kleine Oelkugeln. b. Mit kleiner dicker Schale 1, mit etwas grösserer feiner Schale 1—2 Oelkugeln.	
11.	a. Nackte: mehrere (bis 10) Oelkugeln. b. Mit kleiner Schale versehene: meist 1 grössere Oelkugel.	
12.	a. Nackte 4—10, b. mit kleiner Schale versehene 1, 2, selten 4—5 Oelkugeln.	
13. Kuglig, 2, 5 mm Dm.	a. Nackte Individuen grösser als die anderen, meist ohne oder mit wenigen kleinen Oeltröpfchen. b. Mit dicker kleiner Schale versehene Individuen mehrere (3—4) Oelkugeln im Centrum; c. mit etwas grösserer feiner Schale 1 ansehnliche Oelkugel im Centrum.	

IV. Ausser zahlreichen nackten und einer Anzahl mit kleiner Schale versehenen Individuen auch solche mit grosser und sehr dünner Schale (vergl. die schematischen Figuren Taf. 6 Fig. 29*a*, *b*.).

14. Biscuitförmig, 8 mm lang. 216 Individuen [185 nackt, 15 mit kleiner (0,07—0,085 mm Dm.) und 16 mit grosser (0,12 bis 0,14 mm) Schale.]	a. Nackte Individuen (Durchmesser 0,05—0,06 mm) oft in Theilung, stets mehrere kleine Oelkugeln nahe an der Peripherie. b. Mit dicker kleiner Schale versehene Individuen (Dm. 0,035 mm), mehrere Oelkugeln. c. Mit grosser feiner Schale versehene Individuen (Durchm. 0,05 mm) mehrere Oelkugeln. — Nach Abtödtung und Färbung: a. Nackte Individuen, z. Th. gross, z. Th. ziemlich klein; Plasma entweder fast ungefärbt oder ziemlich stark tingirt. Im letzteren Falle sind die Kerne dicht zusammengerückt. b. Mit kleinen Schalen: Individuen sehr klein, meist 1—2 Kerne, Plasma fast ungefärbt. c. Mit etwas grösseren oder grossen Schalen: Indi-	Taf. 4 Fig. 29. *a—f.*

	viduen ziemlich klein, meist gefärbtes Plasma, 3—4 Kerne dicht bei einander.	
15.	a. Nackte Individuen: gross, mehrere (bis 10) Oelkugeln, Plasma wenig Körner. b. Mit kleiner dicker Schale: Individuen klein, 1 Oelkugel, Plasma körnig. c. Mit grosser feiner Schale: Individuen klein, 1 Oelkugel, Plasma wenig Körner.	Taf. 6 Fig. 26. *a—d.*
16. Wurstförmig. Zahlreiche nackte Individuen, mehrere mit kleiner und einige mit grosser Schale. In den grossen Schalen (0,13—0,14 mm Durchm.) Individuen von 0,04 mm Durchmesser.	Nackte mit zahlreichen Oelkugeln.	Taf. 4 Fig. 26.
17. Kuglig, 3 mm. Höchstens 80—100 Individuen, wenige nackte darunter, meistens mit grosser feiner Schale.	Alle Individuen 1 Oelkugel. a. Nackte: gross, Kerne sehr deutlich. b. Mit kleiner Schale: Plasma stärker glänzend; Kerne nicht zu erkennen. c. Mit grosser feiner Schale: Individuen wie die nackten.	
18. Biscuitförmig 14 mm lang.	a. Nackte: meist mehrere 3—7, selten 1 Oelkugel. b. Mit kleiner Schale versehene Individuen 1 Oelkugel. c. Mit grosser Schale z. Th. mehrere 2—3 Oelkugeln nahe dem Centrum, z. Th. nur eine. — Nach Abtödtung und Färbung: a. Nackte Individuen ziemlich gross, mehrere Kerne, Plasma wenig oder stärker diffus gefärbt und mit zahlreichen sehr feinen Nucleinkörnchen versehen. b. Mit kleiner Schale: Individuen sehr klein, meist 1—2 Kerne, zuweilen aber auch mehr (6—8). Plasma mit zahlreichen grossen Nucleinkörnern. c. Mit grossen Schalen: Individuen wie nackte, ziemlich zahlreiche Kerne (bis 10). Plasma wenig oder ziemlich stark gefärbt. (Im letzteren Falle Kerne meist nahe dem Centrum.)	
19.	a. Nackte Individuen mittelgross mit zahlreichen, z. Th. blauen Körnchen und mehreren verschieden grossen Oelkugeln nahe der Peripherie. b. Mit kleinen Schalen: Individuen sehr klein, 1 grosse Oelkugel. c. Mit grosser Schale: Individuen grösser als die nackten, Kerne sehr deutlich, eine Oeltraube aus 3—4 Tröpfchen im Centrum.	Taf. 6 Fig. 25. *a—d.*
20.	Nach Abtödtung und Färbung: a. Nackte Individuen gross; Plasma diffus gefärbt; nahe dem Centrum 4—8 oder 9 Kerne, im peripheren Theile sehr zahlreiche feine Nucleinkörner. b. Mit kleinen Schalen: 1—2 Kerne, fast farbloses Plasma mit zahlreichen grossen Nucleinkörnern. c. Mit grosser Schale versehene Individuen wie die nackten.	Taf. 4 Fig. 31 *a*, *b*, 30.
21.	Nach Abtödtung und Färbung: a. Nackte Individuen recht zahlreiche Kerne (etwa 15). b. Mit kleiner Schale: 1—2 Kerne. c. Mit grosser Schale: 6—10 Kerne.	

V. Nackte Individuen fehlen; viele Schalen, aber noch sehr dünn.

22. Kuglig, 3 mm.	Alle Individuen erscheinen gleich; sie sind wasserklar und ziemlich glänzend, besitzen je eine kleine Oelkugel. Gelbe Zellen zahlreich, z. Th. in der Gallerte.	

VI. Aeltere vegetative (?) Kolonien mit nackten Individuen.

23. Eine vegetative Kolonie nach 12tägiger Kultur.	Alle Individuen mit mehreren Oelkugeln, einige mit kleinen Fettträubchen. Mehrere Individuen sind schalenlos.	
24. 95 Individuen, meist mit dicker (kleiner oder grosser) Schale, z. Th. aber auch nackt oder mit grosser, sehr feiner Schale versehen.	Die nackten und mit sehr feiner Schale versehenen Individuen sind kleiner als die mit dicker Schale. Alle Individuen besitzen nur eine Oelkugel.	

b. Acrosphaera spinosa.

25. Kolonie wurstförmig, 10 mm lang.	a. Nackte Individuen mehrere (5—8) peripher gelegene Oelkugeln. b. Mit feiner Schale: 4—6 im Centrum zu einem Träubchen zusammengedrängte Oelkugeln.	
26. 60 Individuen, die Hälfte derselben mit feiner Schale. (Eine andere Kolonie 20—25 Individuen, 2 davon Taf. 4 Fig. 33.)	a. Nackt: Häufig in Zweitheilung, meist 2—3 Oelkugeln. b. Mit Schale: stets nur 1 Oelkugel, die blass violett erscheint, als ob sie von einer Anzahl sehr feiner Pigmentkörnchen umgeben sei.	

c. Siphonosphaera tenera.

27. Kolonie kurz walzenförmig. 20 verschieden dicke Schalen und 5—6 mal so viele nackte Individuen.	a. Die Hälfte der nackten Individuen: mehrere grosse homogene Kerne und etwa ebenso viele Gruppen von je 2 kleinen Kernen. b. Die andere Hälfte der nackten und die mit Schale versehenen Individuen: einige grosse Kerne nahe bei einander.	Taf. 6 Fig. 24.

Es ist in hohem Grade auffallend, dass — abgesehen von einigen Fällen[1]) — fast alle jugendlichen Kolonien der Collosphaeriden einen mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Dimorphismus (oder anscheinend sogar oft einen Polymorphismus) der Individuen zeigen. Die Verschiedenheit der Nester ist meist schon bei Untersuchung der lebenden Kolonie deutlich und giebt sich zunächst in oft sehr auffallender Weise darin kund, dass ein Theil der Nester zahlreiche, in der Nähe der Centralkapselmembran gelegene kleine Oeltröpfchen besitzt, während der andere Theil im Centrum eine ansehnliche Oelkugel oder auch 3—4 kleinere, zu einem Fettträubchen vereinigte Oelkugeln enthält (vergl. die Fälle 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 25, Taf. 6 Fig. 25, 26, 27). Ausserdem sind die Individuen häufig theilweise klein, theilweise sehr viel grösser (7, 13, 14, 15, 18, 19, 20, Taf. 6

1) Die unter 22—24 kurz geschilderten Kolonien von *Collosph. Huxleyi* sind hier nur der Vollständigkeit wegen angeführt; sie repräsentiren ältere Entwicklungszustände und werden erst unten nähere Berücksichtigung finden.

Fig. 24, 25, 26 und Taf. 4 Fig. 27, 29, 31). Seltner liess sich eine Verschiedenheit in den Pseudopodien erkennen. In 2 Fällen jedoch (9 und 15) war ein Theil der Individuen mit feinen radiären Pseudopodien versehen, während an den übrigen sich dicke lappenförmige Rindensubstanzmassen befanden (Taf. 6 Fig. 26 *a—d*). Endlich war zuweilen etwa die Hälfte der Individuen mit wenigen Körnchen, die andere mit sehr vielen versehen (Taf 6 Fig. 25, 26), oder es waren die Kerne in einigen sehr deutlich, in anderen wegen des stärkeren Lichtbrechungsvermögens des Plasmas gar nicht zu erkennen (17, 19).

Auch in abgetödteten und gefärbten Kolonien (7, 14, 18, 20, 21, 27, Taf. 4 Fig. 27, 29, 31, 33; Taf. 6 Fig. 24) zeigt sich fast stets ein deutlicher Dimorphismus der Individuen. Meist besitzen die Individuen einer Kolonie zum Theil sehr stark färbbares, zum Theil nur ganz schwach tingirbares Plasma (7, 14, 18, 20, Taf. 4 Fig. 27, 29), in anderen Fällen entweder sehr viele feine oder weniger zahlreiche grosse Nucleinkörner ausser den Kernen (18, 20, Taf. 4 Fig. 30, 31). Die Kerne sind in den Individuen einer und derselben Kolonie entweder in der Mehrzahl (bis 10 oder 15) oder nur in sehr geringer Menge (1—2) vorhanden (7, 14, 18, 20, 21, Taf. 4 Fig. 27, 29, 31); sie liegen entweder in regelmässigen Abständen von einander oder sind im Centrum dicht zusammengerückt (14, 18, Taf. 4 Fig. 29); sie zeigen ferner entweder eine sehr deutliche oder ganz undeutliche bezw. gar keine Differenzirung (14, Taf. 4 Fig. 29); zuweilen endlich ist ungefähr die Hälfte der Individuen mit gruppenförmig angeordneten Kernen versehen, die anderen nicht (27, Taf. 6 Fig. 24).

Untersucht man nun, welche Individuen der Kolonie in der angegebenen Weise von einander verschieden sind, so bemerkt man eine grosse Mannigfaltigkeit. Die jüngsten Stadien sind nicht genau genug untersucht worden. In den etwas älteren (unter II. und III. angeführten[1]) Zuständen, die ausser nackten Individuen nur eine Anzahl von Nestern mit kleiner Schale besitzen, besteht ein Dimorphismus entweder zwischen den mit Schale versehenen und den nackten Individuen (7), oder zwischen denjenigen mit sehr kleiner dicker Schale einerseits und den nackten bezw. mit etwas grösserer, feiner Schale andererseits (3, 9, 12, 13; 5, 6, 8, 10, 11). — In den älteren Stadien von *Collosph. Huxleyi* (vergl. IV.), bei denen ausser den in jüngeren Zuständen vorhandenen Individuen auch Nester mit grosser, sehr feiner Schale vorkommen, besteht die Verschiedenheit entweder zwischen den nackten und den grossschaligen Individuen einer-, den kleinschaligen andererseits (17, 20), oder zwischen den nackten, den grossschaligen und den kleinschaligen Individuen[1]) (15, 19, 21), oder endlich zwischen einem Theil der nackten oder mit Schale versehenen Individuen und den übrigen nackten bezw. von kleiner oder grosser Schale umgebenen Nestern (14, 18).

Der eben kurz geschilderte Dimorphismus der Individuen erinnert sehr an die Vorgänge, welche ich bei der Anisosporen-Bildung der Collosphaeriden bemerkt habe. Ich zeigte oben, dass bei *Collosphaera*, *Acrosphaera* etc. ein Theil der Individuen nur Mikrosporen, der andere Theil nur Makrosporen ausbildet und dass die Verschiedenheit der Individuen sich

1) In diesem Falle vermitteln die grossschaligen Nester den Uebergang.

schon in ziemlich frühen Stadien der Anisosporen-Bildung zu erkennen giebt. Da andererseits die vegetativen und die Isosporen-bildenden Zustände stets vollkommen gleichartige Individuen besitzen, so kann man die jugendlichen Entwicklungsstadien mit dimorphen Individuen nur mit den Anisosporen-bildenden Zuständen vergleichen. Die Aehnlichkeit zwischen beiden wird noch vermehrt durch die Thatsache, dass ich in vielen Fällen eine Differenzirung der Kerne sehr jugendlicher Collosphaeren nachweisen konnte (Taf. 4 Fig. 26, 29), während sonst nur im Verlaufe der Anisosporen-Bildung eine solche Scheidung von schwächer und stärker färbbarer Kernsubstanz eintritt. Endlich ist noch die allerdings nur einmal beobachtete Erscheinung der Bildung von Kerngruppen von der grössten Bedeutung für die Auffassung der Jugendzustände der Collosphaeriden. Ich theilte mit (vergl. 27, Taf. 6 Fig. 24), dass in einer jugendlichen Kolonie von *Siphonosph. tenera* mit 20 beschalten und 5—6 mal so viel nackten Nestern die Hälfte der Individuen mehrere grosse homogene Kerne und etwa ebenso viele Gruppen von je 2 kleinen Kernen enthielt, während in der anderen Hälfte der nackten und in den mit Schale versehenen Individuen einige grosse Kerne nahe bei einander lagen. Kerngruppen treten sonst aber ausschliesslich bei der Bildung von Anisosporen auf.

Endlich sprechen noch zwei Thatsachen dafür, die jugendlichen Collosphaeriden mit zahlreichen nackten Individuen als reproductive und nicht als vegetative Zustände anzusehen: das Vorhandensein von mehreren Oelkugeln und das Auftreten violetter Pigmentkörnchen. Sowohl bei *Collosph. Huxleyi* als auch bei *Acrosph. spinosa*, wie ich zur Ergänzung und Berichtigung des oben (s. Pigment p. 45) Gesagten ausdrücklich hervorhebe, fand ich zuweilen Pigmentkörnchen, die jedoch manchmal so fein waren, dass sie nicht deutlich als besondere Körner unterschieden werden konnten. Interessanter Weise fanden sie sich stets in derjenigen Plasmaschicht, welche die Oelkugeln enthält. Liegt die Oelkugel central, so befinden sich auch die Pigmentkörnchen unmittelbar an der Oberfläche derselben, liegen dagegen mehrere Oelkugeln dicht an der Centralkapselmembran, so befinden sich die violetten Körnchen ebenfalls an der Oberfläche der Marksubstanz. Diese enge Beziehung zwischen der Lagerung der Oelkugel und der Pigmentkörnchen bildet eine Bestätigung meiner oben (p. 17, 74, 138) aufgestellten Behauptung, dass die Plasmaschicht, in welcher die Oelkugel liegt (die Schicht *a* in der schematischen Abbildung Taf. 6 Fig. 21), von der übrigen Marksubstanz wesentlich verschieden sei.

Aus diesen Gründen betrachte ich die Jugendzustände der Collosphaeriden mit z. Th. noch schalenlosen, nackten Individuen als reproductive Stadien, welche den in Schwärmerbildung begriffenen, und zwar speciell den Anisosporen-bildenden Zuständen an die Seite zu stellen sind. Wie ich unten (s. Zusammenfassung) näher ausführen werde, ist man ausserdem berechtigt, die oben geschilderten Jugendzustände der Collosphaeriden mit denjenigen jugendlichen Kolonien der Sphaerozoiden, welche extracapsulare Körper enthalten, in Parallele zu bringen.

Häckel (**5**, s. oben p. 144) hat bereits Jugendzustände von *Collosph. Huxleyi* abgebildet und ausführlich geschildert. Seine Angabe, dass nur ein Theil der Individuen mit Pigment-

körnern versehen sei, kann ich bestätigen; dagegen habe ich mich in keinem Falle von der sehr eigenthümlichen und regelmässigen Anordnung der Individuen, die Häckel in seinem Exemplar beobachtete, überzeugen können.

II. Sphaerozoiden.

Die *Collozoum*-Arten sind im Jugendzustande ziemlich schwer von einander zu unterscheiden; doch ist es, wie ich kurz vor Abschluss der Untersuchungen feststellen konnte, in allen Fällen möglich, die bisher näher studirten *Collozoum*-Kolonien auch im jugendlichen Zustande und bei Besitz von extracapsularen Körpern zu bestimmen. Die Kolonien von *C. pelagicum* sind stets leicht daran zu erkennen, dass alle in ihnen befindlichen Fettmassen — auch die der extracapsularen Körper — gelblich erscheinen, und dass die Pseudopodien wenig zahlreich und verhältnissmässig dick sind. Die Kolonien von *C. fulvum*, welche extracapsulare Körper enthalten, zeichnen sich meist, ähnlich wie die ausgewachsenen, durch den Besitz von verhältnissmässig sehr zahlreichen gelben Zellen aus; die extracapsularen Körper selbst enthalten keine oder nur sehr kleine Fetttröpfchen (Taf. 2 Fig. 7), während in denjenigen der anderen *Collozoum*-Arten reichliches Fett vorhanden ist. Die Jugendzustände von *C. inerme* lassen sich zwar von den entsprechenden Entwicklungsstadien von *C. fulvum* und *C. pelagicum* leicht unterscheiden, dagegen ist es mir vorläufig unmöglich, sie gegen die weniger bekannten *Collozoum*-Arten (s. unten Systematik) abzugrenzen. Die wenigen Beobachtungen über die extracapsularen Körper unzweifelhafter Kolonien von *C. fulvum* werde ich nachher gesondert anführen und zunächst meine früheren Beobachtungen, welche ich an nicht näher bestimmten *Collozoum*-Arten gemacht habe, kurz besprechen.

Sämmtliche *Collozoum*-Kolonien, in denen ich extracapsulare Körper beobachtete, repräsentirten sehr jugendliche Entwicklungszustände; sie waren meist noch wurstförmig und enthielten Individuen mit nicht sehr zahlreichen (etwa 10—30) und verhältnissmässig grossen Kernen. Ueber die Entstehung der extracapsularen Körper liegen mir leider nur flüchtige Notizen und Skizzen über eine gelegentliche Beobachtung im Jahre 1879 vor. In einer kleinen Kolonie lagen an einigen Nestern echte extracapsulare Körper mit stark lichtbrechendem körnerfreiem Plasma, einer Oelkugel und einem Kern. Bei einigen anderen Individuen wies die Markmasse bruchsackartige oder knospenförmige Aussackungen auf, die einen Kern enthielten und in verschiedenen Stadien der Abschnürung begriffen waren. Je tiefer das Verbindungsstück eingeschnürt war, welches sie mit dem Nest zusammenhielt, desto mehr waren sie den extracapsularen Körpern ähnlich. Statt zahlreicher feiner Körnchen enthielten sie nur wenige grössere Körner und stimmten in der Stärke des Lichtbrechungsvermögens fast mit den echten extracapsularen Körpern überein. Diese Beobachtung macht es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die extracapsularen Körper durch Knospung aus der Markmasse hervorgehen. Welche Processe sich dabei im Plasma abspielen, ist leider noch unbekannt; ebenso wenig bin ich in der Lage, über das Verhalten der Kerne beim Hervorknospen

der extracapsularen Körper nähere Angaben zu machen. Ausser der angeführten Beobachtung beweist das stete Vorhandensein mindestens eines Kernes in den extracapsularen Körpern, dass dieselben nicht — wie Cienkowski vermuthete — an dem Orte ihres Vorkommens, d. h. im Pseudopodienmutterboden oder in den Pseudopodienbahnen, gebildet sein können, denn die extracapsularen Theile der koloniebildenden Radiolarien entbehren stets vollkommen der Zellkerne. Endlich lässt sich auch durch Züchtungsversuche mit Bestimmtheit nachweisen, dass bei der Zunahme der extracapsularen Körper an Masse und Zahl, der Umfang der Individuen sich bedeutend verringert. In einem Falle besassen die Nester einer Kolonie mit jungen einkernigen extracapsularen Körpern 0,07—0,08 mm Durchmesser; 4 Tage später maassen die Nester 0,03—0,04 mm, während sich die extracapsularen Körper erheblich vermehrt und zugleich vergrössert hatten.

In etwas späteren Zuständen (s. Taf. 6 Fig. 13, 19) besitzen die Individuen noch eine recht beträchtliche Grösse und sind mit 1—2 ansehnlichen Oelkugeln und sehr zahlreichen Körnern versehen. In der Nähe eines jeden Nestes liegen, durch Pseudopodien mit dem Mutterindividuum zusammenhängend, vereinzelte extracapsulare Körper. Die letzteren sind zuerst stets einkernig und enthalten eine mehr oder weniger excentrisch gelegene Oelkugel oder statt derselben ein Träubchen kleiner Oeltropfen. Wegen des sehr starken Lichtbrechungsvermögens des Plasmas ist in den lebenden Körpern meist nur die Fettmasse mit Sicherheit zu erkennen. Die extracapsularen Körper besitzen einen Durchmesser von 0,015—0,02 mm und sind von verschiedener Gestalt (s. Figg.), die sich oft in wenigen Minuten sehr merklich ändert. Die Lage wechselt den Strömungen der Rindensubstanz entsprechend fast fortwährend, ein Umstand, der sich beim Zeichnen mit dem Prisma oft recht störend bemerkbar macht. Es kommt jedoch nur selten vor, dass man extracapsulare Körper weit von den Nestern entfernt antrifft; in der Regel liegen sie ziemlich gleichmässig vertheilt in der Nähe der einzelnen Nester. Die Zahl der Körper nimmt durch Zweitheilung der vorhandenen (z. Th. wahrscheinlich auch durch Bildung neuer Knospen an den Nestern) nach und nach zu, so dass schon nach wenigen Tagen 15—20 an jedem Individuum liegen. Bei der Theilung (s. Taf. 6 Fig. 22*a*—*e*) hängen in den meist einseitig eingeschnürten Körpern die Fettmassen am längsten zusammen.

Nachdem der einkernige Zustand etwa 6—8 Tage bestanden hat, werden die extracapsularen Körper mehrkernig, ohne sich dabei in Aussehen, Gestalt und Bau wesentlich zu verändern (Taf. 6 Fig. 15 und 14). Sie sind nun gewöhnlich etwas grösser als vorher, nämlich 0,02—0,03 mm, besitzen eine verschieden gestaltete, von Plasmafäden durchzogene Vacuole im Centrum und eine periphere Schicht sehr stark glänzenden Plasmas, in welcher mehrere vacuolenartige Zellkerne und ein Aggregat von Oelkugeln liegen (Taf. 6 Fig. 10 nach dem Leben, Fig. 12 nach Abtödtung mit Ueberosmiumsäure). Die Kerne sind ei- bis linsenförmig und lassen stets eine mehr oder weniger deutliche Differenzirung in stärker lichtbrechende chromatische und schwach lichtbrechende achromatische Substanz erkennen. Die Sonderung der beiden Substanzen im Kern ist in lebenden extracapsularen Körpern nur

schwer und meist nur undeutlich, in abgetödteten dagegen mit voller Sicherheit wahrzunehmen. Die traubenförmige Fettmasse besteht häufig aus ebenso vielen (selten mehr) fest zusammenhängenden Oeltropfen, wie Kerne vorhanden sind. Die zusammenhängenden Fettmassen scheinen in der Taf. 6 Fig. 23*a—d* dargestellten Weise durch einen Sprossungsvorgang aus einer einzigen Oelkugel hervorzugehen. Bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure werden die Fetttropfen braun und verschmelzen zu einem meist unregelmässig gestalteten Klumpen (Taf. 6 Fig. 12). Eine ähnliche Verschmelzung findet statt bei Behandlung mit Pikrinsäure (Taf. 6 Fig. 6), Jod etc. Ein Substrat, und zwar ein geschichtetes, ist jedenfalls auch in den Fettmassen der extracapsularen Körper vorhanden. Das geht mit Bestimmtheit daraus hervor, dass in allen näher untersuchten Fällen die Fetttraube schwach doppeltbrechend war. Die Körner im Plasma der extracapsularen Körper treten bei der Abtödtung sehr scharf hervor (Taf. 6 Fig. 6, 12), sie bleiben jedoch bei Anwendung von Ueberosmiumsäure stets vollkommen farblos, während viele der in den Nestern vorhandenen Körner sich bräunen.

Die Nester selbst sind inzwischen immer kleiner geworden und haben eine unregelmässige, oft ausgezackte Form angenommen (Taf. 6 Fig. 9, 18). Die Oelkugel ist sehr klein oder fehlt gänzlich. Dem entsprechend hat sich die Anzahl der stark lichtbrechenden, grossen Körner in der Marksubstanz so bedeutend vermehrt, dass die Kerne vollkommen verdeckt werden. Bei Anwendung von Färbemitteln erkennt man aber, dass stets noch einige grosse Kerne vorhanden sind. Die Körner liegen z. Th. zwischen, z. Th. in den Vacuolen der Marksubstanz und zeigen im letzteren Falle eine lebhafte Molecularbewegung.

Meine Beobachtungen über das weitere Verhalten der extracapsularen Körper und ihr Schicksal sind leider nur unvollständig. In dem einen Falle wies eine frisch gefangene Kolonie unregelmässig gestaltete, sehr könerreiche Individuen, von denen eines Taf. 6 Fig. 9 dargestellt ist, auf; in der Nähe eines jeden derselben lagen einige z. Th. leicht eingekerbte extracapsulare Körper und ausserdem Massen, die in ihrer Grösse mit den extracapsularen Körpern, in ihrer Beschaffenheit aber mit den Individuen übereinstimmten. Ich vermuthe aus unten anzuführenden Gründen, dass diese Massen junge Nester darstellen, welche durch Umwandlung extracapsularer Körper entstanden sind.

Eine andere Kolonie, welche ähnliche Individuen enthielt wie die vorige, besass tief eingeschnürte extracapsulare Körper, welche ganz wie Schwärmeranlagen aussahen (Taf. 6 Fig. 18). Auffallender Weise lagen stets nur 4—5 solcher Körper an jedem der Nester. Letztere schienen im Leben scheibenförmig abgeplattet zu sein und zogen sich bei Behandlung mit Chromsäure so stark zusammen, dass sie nachher kaum grösser als die extracapsularen Körper waren. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich, dass die extracapsularen Körper aus 20—30 Läppchen bestanden, die nur noch mittels der central gelegenen Fetttraube zusammenhingen (Fig. 17*a*), und dass die fest zusammenhängende Fettmasse aus so vielen Tröpfchen bestand, wie Lappen vorhanden waren (Fig. 17*b*). Durch Chromsäure konnte endlich auch an der Basis der kegelförmigen Lappen je ein Kern mit Sicherheit nachgewiesen werden (Fig. 16).

Eine in vieler Hinsicht ähnliche Beobachtung machte ich an einer anderen Kolonie,

die ich längere Zeit hindurch in einem grossen Glase mit reinem Seewasser cultivirte. Zur Ergänzung des oben Mitgetheilten gebe ich die Beobachtungsresultate an diesem Qualster vollständig wieder: Die Kolonie besass, als sie frisch gefangen war, 2 ansehnliche Vacuolen; die Gallertmasse war zwischen beiden leicht eingeschnürt. An den Individuen, die 0,06—0,07 mm maassen, lagen je 12—15 extracapsulare Körper von 0,02—0,024 mm Durchmesser und 4—8 gelbe Zellen. Die extracapsularen Körper enthielten meist 1—2 Oelkugeln, selten ein Träubchen von 3—5. Einige von ihnen waren in Zweitheilung begriffen. Am 2. Tage der Beobachtung lagen die extracapsularen Körper zwar noch grossentheils an den Nestern, doch befanden sich auch viele von ihnen in den Pseudopodien zwischen den Nestern. Die gelben Zellen dagegen lagen, wie am ersten Tage, sämmtlich dicht an den Individuen. Von den Körpern besassen nur vereinzelte einen Oeltropfen, die meisten ein Träubchen von 3—5 kleinen Kugeln, von denen fast stets eine grösser war als die übrigen. Ein grosser Theil der Körper war in Zweitheilung begriffen (Taf. 6 Fig. 22 *a—e*). Am 5. Tage besass die Kolonie noch dieselbe Gestalt wie am ersten. Die extracapsularen Körper, deren Zahl jetzt 20—30 mal so gross war als die der Nester, lagen fast sämmtlich dicht an den Individuen; sie besassen einen Durchmesser von 0,02—0,025 mm und enthielten ein Oeltröpfchen von 8—10 oder mehr kleinen Tropfen. Am 7. Tage wies die Kolonie nicht mehr 2 Vacuolen auf, sondern nur eine grössere. Am 9. Tage waren statt der einen grossen Vacuole mehrere, verschieden grosse Vacuolen vorhanden. Die extracapsularen Körper hatten sich seit dem 5. Tage nicht wesentlich verändert und hatten nur etwas an Grösse zugenommen. Am 11. Tage waren nur wenige kleine Vacuolen vorhanden. Die Nester mit den daran liegenden Körpern waren ziemlich dicht zusammengerückt. Letztere besassen nicht mehr wie bis dahin eine gleichmässige Oberfläche, sondern waren mehr oder weniger tief eingeschnürt 4—5-lappig. Ihr Durchmesser betrug 0,03—0,035 mm. Dadurch, dass sie dicht an einander gedrängt die Nester vollkommen umlagerten, war von letzteren nichts mehr zu erkennen. Am 13. Tage klebte die Kolonie in Folge der veränderten Beschaffenheit ihrer Gallerte am Boden fest. Die extracapsularen Körper lagen dicht zusammen, sie waren viellappig und tief eingeschnürt und glichen ganz den Taf. 6 Fig. 16—18 dargestellten Körpern. Die Individuen waren nicht zu erkennen. Am 15. Tage endlich klebte die Kolonie noch am Boden fest, die Gallerte war fast ganz geschwunden und zahlreiche Infusorien und Diatomeen waren zwischen die extracapsularen Körper eingedrungen. Wohl in Folge dieses ungünstigen Umstandes waren nur noch wenige extracapsulare Körper deutlich viellappig, die meisten hatten Kugelgestalt und eine vollkommen gleichmässige Oberfläche angenommen. Am folgenden Tage war der grösste Theil der Kolonie in Zerfall begriffen.

In einem dritten Falle glückte es mir, die Umbildung der viellappigen, tief eingeschnürten extracapsularen Körper, die Taf. 6 Fig. 16—18 dargestellt sind und Schwärmeranlagen so ausserordentlich ähnlich sehen, zu beobachten. Eine seit mehr als 8 Tagen cultivirte Kolonie sah ich gerade in dem Moment an, als die nur noch lose mit den Fettkügelchen zusammenhängenden kegelförmigen Lappen der extracapsularen Körper sich von einander

trennten. Jedes dieser Theilstücke verwandelte sich in einen bohnenförmigen Schwärmer, der sofort die Kolonie verliess und fortschwärmte. Auffallender Weise besassen alle diese Schwärmer etwa dieselbe Grösse; es war nicht möglich, Makro- und Mikrosporen zu unterscheiden. Messungen der reifen Schwärmer unterliess ich leider; doch können es nach den Messungen an den zu Schwärmeranlagen umgebildeten extracapsularen Körpern nur Makrosporen gewesen sein. Die reducirten Nester und die gelben Zellen blieben zurück; die ersteren gingen bald nach dem Austreten der Schwärmer zu Grunde und wurden von eindringenden Infusorien verzehrt; die gelben Zellen dagegen nahmen den Palmellenzustand an und lebten weiter. Es ist wenig wahrscheinlich, dass auch unter normalen Verhältnissen die Nester absterben. Da sie aus lebendem Plasma bestehen und Kerne enthalten, so werden sie normaler Weise entweder auch in Schwärmer sich umwandeln oder nach der Umbildung der extracapsularen Körper in Schwärmer lebend in der Kolonie zurückbleiben, so dass diese dann ebenso viele, nur kleinere Individuen enthält, wie bei Beginn der Bildung extracapsularer Körper. Die erste dieser beiden Vermuthungen scheint mir wahrscheinlicher zu sein. Eine Deutung der beobachteten Erscheinungen will ich erst zu geben versuchen, wenn ich die übrigen bisher festgestellten Thatsachen mitgetheilt habe (s. unten Zusammenfassung).

Collozoum fulvum.

Im Ganzen habe ich 4 Kolonien von *C. fulvum* mit extracapsularen Körpern untersucht, 3 davon im lebenden Zustande, die vierte, nachdem sie abgetödtet und gefärbt worden war. Die eine Kolonie enthielt sehr ansehnliche Individuen mit einer grossen Oelkugel und einer Anzahl von kleineren (Taf. 2 Fig. 7). Die extracapsularen Körper, die grossentheils an den Nestern, z. Th. aber auch zwischen denselben lagen, waren denen anderer Collozoen sehr ähnlich, besassen aber entweder nur ein sehr kleines, oder sogar gar kein Oeltröpfchen (Taf. 6 Fig. 11). Die Vacuole war recht deutlich erkennbar; das Netzwerk von Fäden in dem wandständigen Plasma trat nach Abtödtung mit Chromsäure, der differenzirte Kern bei darauf folgender Färbung mit Haematoxylin sehr deutlich hervor (vergl. Fig. 11 *b* und *c*). — In einer zweiten Kolonie lagen die Nester, von denen etwa 50—60 vorhanden sein mochten, mit den gelben Zellen so dicht zusammengedrängt, dass siesich gegenseitig abplatteten. Sie besassen ausserordentlich zahlreiche grobe und feine Körner, aber gar keine Oelkugel. In den Pseudopodienwald, der von diesem Nester-Klumpen ausstrahlte, lagen — einzeln oder haufenweise beisammen — die extracapsularen Körper mit 1—2 Kernen und 1—2 sehr kleinen oder gar keinen Oeltröpfchen. — Die extracapsularen Körper der dritten Kolonie waren den bei *C. fulvum* häufig vorhandenen Rindensubstanz-Tropfen ähnlich, doch besassen sie nie einen so gleichmässigen Contour wie diese, stets aber ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen als dieselben und enthielten zuweilen ein oder zwei glänzende Fettkörner. Die Körper waren auch nach vollständigem Ausstrecken der Pseudopodien ebenso wie die gelben Zellen, deren 10—30 pro Individuum vorhanden waren, dicht an die Nester gepresst. Letztere enthielten feinkörniges Plasma, eine grosse oder eine kleine oder mehrere kleine oder eine grosse und mehrere kleine

Oelkugeln. — Das vierte Exemplar, das zur Untersuchung gelangte, war nach Abtödtung mit Jodspiritus und Färbung mit Grenacher's Alkohol-Karmin in Canadabalsam eingeschlossen worden. Die extracapsularen Körper, welche als grosse lappige Massen die Nester dicht umlagerten, enthielten zahlreiche sehr ansehnliche Kerne von 0,008—0,009 mm Durchmesser. Die Kerne bestanden aus einer blassgefärbten Grundsubstanz und stärker (rothviolett) gefärbten feinen Fäden (Taf. 6 Fig. 8 *N.*) bezw. Körnchen. Auch die Kerne der Nester zeigten eine deutliche Differenzirung (Taf. 6 Fig. 7 *N.*); sie waren bedeutend kleiner (Durchmesser 0,0045—0,005 mm), lagen viel dichter beisammen[1]), waren tiefer (rein carminroth) gefärbt und enthielten dicke Fäden bezw. Körner. Die Kerne der verschiedenen Nester waren unter einander gleich und ebenso die der sämmtlichen extracapsularen Körper unter einander. Die Kerne der Nester sind mithin durchgreifend verschieden von denen der extracapsularen Körper, und zwar entsprechen die ersteren den Mikrosporen-Kernen, die letzteren den Makrosporen-Kernen. Es ist sehr auffallend, dass hier — umgekehrt wie bei der gewöhnlichen Anisosporen-Bildung — die Menge der Makrosporen-Anlagen grösser ist als die der Mikrosporen-Anlagen.

Sphaerozoum neapolitanum.

Von *Sph. neapolitanum* habe ich 3 kleine Kolonien mit extracapsularen Körpern beobachtet; zwei derselben waren kuglig (0,3 bezw. 0,4 mm Durchmesser), die dritte besass eine langgestreckt eiförmige Gestalt. In allen drei Fällen waren die Individuen in ähnlicher Weise an einander gedrängt, wie es Taf. 5 Fig. 64 dargestellt ist.

Die lang eiförmige Kolonie (s. Taf. 6 Fig. 3) enthielt Individuen mit verschieden grosser Oelkugel und verschieden zahlreichen Körnchen. Die stark glänzenden extracapsularen Körper, die oft paarweise zusammenhingen, besassen einen Haufen von vielen kleinen Oeltröpfchen und liessen nach der Abtödtung 1—2 Kerne mit deutlichem Netzwerk von chromatischer Substanz erkennen. — In einer der beiden kugligen Kolonien fand ich 20—40 dicht zusammengedrängte Individuen und 2 bis 3 mal so viele extracapsulare Körper von 0,018—0,027 mm Durchmesser. Auch in diesem Falle hingen häufig zwei solche Körper mit dem Ende, das die zahlreichen kleinen Fettkügelchen enthielt, zusammen. Jeder Körper enthielt einen Kern, der schon im Leben leicht flockig erschien. — Die Individuen der dritten unzweifelhaften Kolonie von *Sph. neapolitanum* mit echten extracapsularen Körpern enthielten einen oder zwei relativ kleine Oeltropfen und waren, wie in den anderen Fällen, dicht zusammengedrängt. Jeder extracapsulare Körper besass ein Träubchen von vielen kleinen Fettkügelchen und liess nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Beale's Karmin 2 Kerne mit deutlichem Netzwerk von kurzen Fädchen erkennen. Beim Zerquetschen der abgetödteten Individuen ergab sich, dass

1) In Folge dessen war das Verhältniss zwischen der Gesammtmasse der Kerne und der Gesammtmasse des Plasma in den Nestern und den extracapsularen Körpern in hohem Grade verschieden. Die Nester enthielten unvergleichlich viel mehr Kernsubstanz als die extracapsularen Körper.

auch in diesen die Kerne, deren Zahl 10—15 betrug, deutlich in stärker und schwächer färbbare Substanz differenzirt waren.

Eine vierte *Sphaerozoum*-Kolonie mit extracapsularen Körpern, die jedoch wahrscheinlich nicht zu *Sph. neapolitanum* gehört[1]), enthielt ungefähr 30 dicht an einander gedrängte Individuen, welche aus zahllosen kleinen Kugeln (Vacuolen?) zu bestehen schienen (Taf. 6 Fig. 1). Die extracapsularen Körper waren denjenigen von *Sph. neapolitanum* meist sehr ähnlich; doch besassen einige statt der gewöhnlich vorhandenen sehr zahlreichen kleinen Oelkügelchen nur wenige und ziemlich ansehnliche Tropfen. Nach Abtödtung mit Jodspiritus und Färbung mit Grenacher's Alkohol-Karmin wurden in jedem Körper 2 Kerne sichtbar, die ein deutliches Kerngerüst enthielten (Taf. 6 Fig. 2). —

Das Taf. 4 Fig. 4 wiedergegebene Stück einer Kolonie von *Sph. neapolitanum* enthielt Massen (s. E. K. [?]), die eine gewisse Aehnlichkeit mit extracapsularen Körpern zeigten, jedoch grösser waren als diese und kein Fettträubchen enthielten. Nach mehrtägiger Cultur waren die Körper zwar noch vorhanden; doch waren sie erheblich kleiner geworden und schienen abgestorben zu sein. Ihr Plasma war nicht mehr farblos und glänzend, sondern bräunlich und trübe. Vermuthlich waren diese Körper, die leicht zu Verwechselungen mit extracapsularen Körpern Anlass geben könnten, eingedrungene fremde Organismen. —

Endlich habe ich noch eine Beobachtung an *Sph. punctatum* anzuführen, die es wahrscheinlich macht, dass auch bei dieser Species eine Bildung extracapsularer Körper stattfindet. Im Mulder des Tiefenauftriebs fand ich ein isolirtes Individuum von *Sph. punctatum*, das mehrere Oelkugeln, wenige grosse Kerne und feinkörniges Plasma enthielt. Zwischen der Centralkapselmembran und dem dichten Stachelkranze befanden sich ausser den Pseudopodien und gelben Zellen 7 annähernd kuglige oder hantelförmige Massen, die je 1—2 Oeltropfen besassen und wegen ihres starken Glanzes, ihrer Grösse und Form recht gut für extracapsulare Körper gelten konnten. Ich setzte das Individuum in eine grössere Menge Wasser, um eventuell weitere Veränderungen an den erwähnten Körpern zu beobachten, fand es jedoch nachher leider nicht wieder.

---

1) Nach der relativen Menge der Nadeln konnte die Kolonie, von der ein Theil Taf. 6 Fig. 1, 2 dargestellt ist, allenfalls für *Sph. neapolitanum* gelten. Die Länge der Nadeln war schon etwas verdächtig; sie war so bedeutend, wie ich sie sonst nur in wenigen vollkommen ausgewachsenen Kolonien gefunden habe. Noch auffallender aber war, dass ausser einfachen — glatten oder mit Dornen versehenen — Spikeln nur eine dreischenklige Nadel vorhanden war, während die sonst bei *Sph. neapolitanum* fast stets wenigstens vereinzelt vorhandenen »Punctatum-Nadeln« gänzlich fehlten. Dazu kommt noch, dass ich so lange Dornen, wie sie sich an einigen Spikeln dieses Qualsters fanden, noch nie bei *Sph. neapolitanum* beobachtet habe. — Der Weichkörper echter Exemplare von *Sph. neapolitanum* ist in jugendlichen Entwicklungszuständen noch nicht genau genug untersucht worden, als dass dem vacuolaren Bau der Individuen dieses Exemplars und dem Vorhandensein von wenigen grossen Oeltropfen in einigen extracapsularen Körpern grosses Gewicht beigemessen werden könnte. Eine Thatsache jedoch lässt es mir sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass die in Rede stehende Kolonie zu *Sph. neapolitanum* gehört. Bei Behandlung mit Jodspiritus zog sich die Markmasse beträchtlich zusammen und liess eine membranartige Schicht zurück. Wie ich aber oben ausgeführt habe, konnte ich mich an unzweifelhaften Individuen von *Sph. neapolitanum* niemals von dem Vorhandensein einer Centralkapselmembran oder eines derselben entsprechenden Gebildes überzeugen. — Noch mehr Gründe sprechen gegen die Aufnahme dieser Kolonie in die Species *Sph. aculeatum*.

III. Zusammenfassung.

Echte extracapsulare Körper sind bisher nur in jugendlichen Sphaerozoiden, und zwar bei *C. inerme*, *C. pelagicum*, *C. fulvum* und *Sph. neapolitanum* constatirt worden (vergl. die erste Hälfte der Taf. 6). Diese Körper gehen durch Knospung aus den Nestern hervor und sind — ebenso wie die bei der Anisosporen-Bildung der Sphaerozoiden vorhandenen intracapsularen Körper — sehr stark glänzend und körnerfrei. Dazu kommt noch, dass sie nur selten eine einfache Oelkugel, sondern meist ein Fetttröpfchen enthalten, und dass sie stets differenzirte Kerne besitzen. Die extracapsularen Körper zeigen zwar gewöhnlich eine grosse Abhängigkeit von den Nestern und liegen meist dicht an denselben; doch legen sie andererseits auch oft eine gewisse Selbständigkeit an den Tag; sie sind eigener Bewegungen fähig und werden von den Pseudopodien oft weit von den Nestern fortgeführt, so dass man sie in gewissem Sinne als Individuen bezeichnen darf. Die jungen Sphaerozoiden-Kolonien bestänben somit aus zwei verschiedenen Arten von Individuen: den Nestern und den von diesen abhängigen extracapsularen Körpern. — Vermuthlich kommt es bei allen Arten der Sphaerozoiden in jugendlichen Zuständen zur Bildung ähnlicher Körper.

Bei Collosphaeriden sind echte extracapsulare Körper nicht beobachtet worden; doch weisen gewisse Jugendzustände derselben Vorgänge auf, die denjenigen bei der Bildung extracapsularer Körper sehr ähnlich sind (s. die zweite Hälfte der Taf. 6). Die Jugendzustände der Collosphaeriden mit zahlreichen nackten und wenigen beschalten Individuen entsprechen den mit extracapsularen Körpern versehenen Kolonien der Sphaerozoiden zunächst darin, dass sie auf ungefähr derselben Entwicklungsstufe stehen wie diese. Die Gallerte ist noch weich und nachgiebig, die Kolonie meist — wie bei Jugendzuständen der koloniebildenden Radiolarien überhaupt — noch wurstförmig; die Individuen haben noch nicht ihre volle Grösse erreicht, die Kerne derselben sind gross und verhältnissmässig wenig zahlreich; die gelben Zellen sind noch nicht in so grosser Menge vertreten wie in alten vegetativen und in fructificativen Zuständen. Endlich ist wenigstens bei den Collosphaeriden die geringe Zahl und die Feinheit der Schalen ein deutliches Anzeichen der Jugend. Weitere Uebereinstimmungen zwischen den jugendlichen Collosphaeriden und den mit extracapsularen Körpern versehenen Sphaerozoiden bestehen darin, dass das Fett in eigenthümlicher Weise angeordnet ist, dass eine sehr lebhafte Vermehrung der Individuen stattfindet, und dass in allen Fällen eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Aehnlichkeit dieser Zustände mit den in der Bildung von Anisosporen begriffenen Kolonien besteht.

Die Aehnlichkeit der extracapsularen Körper mit den intracapsularen Anlagen von Anisosporen fällt bei den Sphaerozoiden sofort in die Augen; doch ist sie, wie ich oben (p. 185) bereits zeigte, auch bei den Collosphaeriden in hohem Grade vorhanden. In den Jugendzuständen beider Familien zeigt sich ein deutlicher Dimorphismus der Individuen, der sonst nur bei der Anisosporen-Bildung vorkommt. Dabei ist hervorzuheben, dass die Collo-

sphaeriden, bei denen Makro- und Mikrosporen in verschiedenen Individuen gebildet werden, auch in ihren Jugendzuständen eine Verschiedenheit der wohl getrennten und von einander im Allgemeinen unabhängigen Individuen zeigen, während die Sphaerozoiden, die in demselben Individuum Makro- und Mikrosporen produciren, auch eine grosse Abhängigkeit der extracapsularen Körper von den Nestern aufweisen. Doch sind die extracapsularen Körper der Sphaerozoiden bis zu einem gewissen Grade individualisirt, in etwas höherem Grade als die intracapsularen Anisosporen-Anlagen, welche oben (p. 178) als innere Knospen und als wohl umschriebene Zellen innerhalb der Mutterzelle gedeutet wurden. Die Aehnlichkeit der in Rede stehenden Jugendzustände mit der Anisosporen-Bildung geht also so weit, dass die Eigenthümlichkeiten, welche die Vertreter der beiden Familien bei der Anisosporen-Bildung an den Tag legen, auch an den Jugendzuständen in ganz ähnlicher Weise zum Ausdruck kommen[1]).

Die Differenzirung der Kerne, welche ich weder in vegetativen noch in Isosporen-bildenden Zuständen jemals constatiren konnte, bildet ebenso wie die bei *Siphonosphaera* einmal beobachtete Gruppenbildung der Kerne (Taf. 6 Fig. 24, p. 184) eine sehr wichtige Uebereinstimmung zwischen den Jugendzuständen und den Anisosporen-bildenden Kolonien.

Welche Individuen der jugendlichen Collosphaeriden den Makrosporen- und welche den Mikrosporen-bildenden Nestern alter Kolonien entsprechen, habe ich nicht feststellen können; dagegen gelang mir bei *C. fulvum* der Nachweis, dass die extracapsularen Körper sämmtlich unter einander gleich sind und den Makrosporen-Haufen der in Anisosporen-Bildung begriffenen Individuen homolog sind, während die reducirten Nester der mit extracapsularen Körpern versehenen Kolonie den Mikrosporen-Haufen morphologisch gleichwerthig sind. Sollte dieses Verhältniss allgemein sein — und das ist nach einer anderen Beobachtung an einer nicht näher bestimmten *Collozoum*-Kolonie (s. oben p. 191) sehr wahrscheinlich —, so hätte man die extracapsularen Körper der Sphaerozoiden als Makrosporen-Knospen oder weibliche Individuen aufzufassen, die sich nicht innerhalb, sondern ausserhalb der Nester entwickeln; die Nester selbst dagegen repräsentirten alsdann männliche Individuen.

Wegen dieser grossen Uebereinstimmung, welche die jugendlichen Kolonien beider Familien mit gewissen fructificativen Zuständen zeigen, und wegen der Bedeutung, welche diese Vorgänge in den Jugendzuständen für das spätere Leben der Sphaerozoëen haben, ist man berechtigt, die in Rede stehenden Entwicklungsstadien als reproductive zu bezeichnen und sie den in Brutknospen-Bildung begriffenen Thallophyten[2]) an die Seite zu

1) Das Verhalten der Oelmassen ist bei den Collosphaeriden während der Anisosporen-Bildung nicht genügend erforscht worden, doch kommt es höchst wahrscheinlich dabei ebenso wenig, wie in den entsprechenden Jugendzuständen zur Bildung solcher Fetttrauben, wie sie bei den Sphaerozoiden sowohl in den alten Anisosporen-bildenden, als auch in den jungen mit extracapsularen Körpern versehenen Kolonien vorkommen.

2) Die Brutknospen oder Conidien sind Organe der unmittelbaren Regeneration; durch sie wiederholt sich der Entwicklungsprocess auf derselben Stufe. Bei den Thallophyten können sie in beiden Generationen, sowohl der geschlechtlichen als der ungeschlechtlichen auftreten. Ist die Brutknospe in der ersten (geschlechtlichen) Generation ent-

stellen. — Der Ansicht von Hertwig, die Bildung extracapsularer Körper sei nur eine Modification der Bildung krystalloser Schwärmer und führe in allen Fällen zur Ausbildung von Anisosporen, kann ich mich nicht anschliessen. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen beiden Entwicklungszuständen besteht darin, dass die Bildung der Anisosporen im allgemeinen nur in ausgewachsenen vegetativen Kolonien stattfindet, während echte extracapsulare Körper bezw. die entsprechenden Gebilde der Collosphaeriden in der Regel ausschliesslich in Jugendzuständen vorkommen. Ein zweiter, fast ebenso wichtiger Unterschied ist der, dass sich die Individuen der in Rede stehenden jugendlichen Kolonien in zahlreichen Fällen sicher nicht in Schwärmer verwandeln.

Ganz durchgreifend ist der erste dieser beiden Unterschiede nicht; denn ich fand im October 1879 eine ausgewachsene Kolonie von *C. inerme*, die Taf. 5 Fig. 67 *p* zweifach vergrössert dargestellt ist, mit Körpern, welche den extracapsularen Körpern ausserordentlich ähnlich waren. Die Kolonie repräsentirte ein spätes Stadium der Anisosporen-Bildung und enthielt nicht nur in den Individuen, sondern auch frei in den Pseudopodien, weit von den Nestern entfernt, Schwärmeranlagen. In diesem Falle war, wie die verschiedene Grösse und die unregelmässige Umgrenzung der Nester zeigte, ein Theil der intracapsular entstandenen Knospen befreit worden, und entwickelte sich nun extracapsular zu Anisosporen. — Es kommt ferner nicht ausschliesslich in ausgewachsenen, sondern, wie ich oben nachwies, auch zuweilen in jugendlichen Kolonien zur Bildung von Anisosporen. In einem Falle überzeugte ich mich, dass die extracapsularen Körper sich in krystallose, bohnenförmige Schwärmer, die unter einander gleich gross waren (wahrscheinlich Makrosporen) umbildeten. Man könnte einwenden, dass die Beobachtung an einem gezüchteten Exemplare gemacht worden sei, und dass ungünstige Culturbedingungen den Zerfall der extracapsularen Körper in Schwärmer herbeigeführt hätten[1]). Ein solcher Einwand ist jedoch nicht stichhaltig, denn auch frisch gefangene kleine Kolonien zeigten zuweilen ebenso tief eingeschnürte viellappige extracapsulare Körper wie die cultivirten. Die Umbildung von extracapsularen Körpern in Anisosporen ist also in manchen Fällen ein normaler Vorgang.

Andrerseits ist man aber zu der Annahme gezwungen, dass die extracapsularen Körper sich in sehr vielen Fällen in Nester umbilden, dass mit anderen Worten die Schwärmeranlagen nicht zu freien Schwärmern werden, sondern sich — ohne die Gallerte zu verlassen — direct wieder in Nester umwandeln. Hertwig, der diese von Cienkowski bereits

standen, so erzeugt sie wieder die erste Generation; ist sie in der zweiten Generation entstanden, so erzeugt sie stets wieder die zweite. Dass die der Brutknospen-Bildung entsprechenden reproductiven Zustände bei den Collosphaeriden in beiden Generationen auftreten, ist unzweifelhaft, denn sämmtliche Kolonien dieser Familie machen in ihrer Jugend eine derartige reproductive Periode durch. Für die Sphaerozoiden ist vorläufig ein gleicher Entwicklungsgang in hohem Grade wahrscheinlich, jedoch noch nicht genügend sicher gestellt.

1) Bekanntlich gehen auch grüne Algen, bei denen fructificative und vegetative Organe noch nicht gesondert sind, während jedes beliebigen Abschnittes ihres vegetativen Lebens in Schwärmer über, sobald man sie zu cultiviren sucht. Während sie unter normalen Verhältnissen erst fructificiren, wenn sie ihre volle Entwicklung erreicht haben, gehen sie bei Cultur selbst schon als ein- oder zweizellige Keimpflanzen in den Schwärmerzustand über.

vertretene Annahme bekämpft, führt gegen dieselbe an, dass die Individuen der Kolonie sich mit einem Male etwa um das Zwanzigfache vermehren müssten, wenn in der That sich alle die Körper zu Nestern entwickeln. Dieses Argument spricht aber weniger für die Ansicht Hertwig's, als für die entgegengesetzte von Cienkowski; denn ich fand von den Sphaerozoëen, und zwar besonders von denen mit echten extracapsularen Körpern (also von *Collozoum*-Arten und *Sph. neapolitanum*), fast nur kleine und grosse Kolonien; mittlere Zustände dagegen, die eigentlich am häufigsten sein müssten, wenn die Individuen sich beständig nur durch Zweitheilung vermehrten, beinahe gar nicht. Diese Beobachtung wird sofort verständlich, sobald man annimmt, dass die jungen, mit einer geringen Anzahl von Individuen versehenen Kolonien durch Knospung eine gewisse Menge von extracapsularen Körpern bilden, die sich durch Theilung lebhaft vermehren und schliesslich sämmtlich zu jungen Nestern heranwachsen[1]).

Auch Hertwig's anderer Grund gegen Cienkowski's Ansicht erscheint mir nicht ganz stichhaltig. Es gelangten niemals Kolonien zur Beobachtung, »bei denen neben grossen Muttercentralkapseln eine zahllose Menge kleiner Tochtercentralkapseln sich vorgefunden hätte«. Wie ich oben zeigte, werden die Mutternester allmählich oft so stark reducirt, dass ihre Masse die der extracapsularen Körper nur wenig übertrifft. Wenn also die extracapsularen Körper sich schliesslich in Nester umwandeln, so wird zwischen diesen und den Mutternestern entweder kein Grössenunterschied bestehen oder derselbe wird durch eine Zweitheilung der alten Nester sofort ausgeglichen werden können.

Zu Gunsten der Ansicht von Cienkowski spricht aber ganz besonders die oben nachgewiesene Uebereinstimmung der jungen Kolonien von Collosphaeriden mit den jugendlichen Sphaerozoiden, welche extracapsulare Körper enthalten. Für jene ist es mit Sicherheit nachweisbar, dass sie nicht zu Anisosporen werden, sondern der Kolonie verbleiben; es ist also höchst wahrscheinlich, dass die entsprechenden Entwicklungszustände der Sphaerozoiden in vielen Fällen dasselbe Schicksal haben werden. Die Collosphaeriden zeigen stets in der Jugend den oben geschilderten Dimorphismus der Individuen und die grosse Aehnlichkeit mit Anisosporen-bildenden Nestern. Es kommt aber bei ihnen niemals zur Ausbildung der Schwärmer und nicht einmal zu jener vollständigen Umwandlung der ganzen Markmasse, wie sie bei der Anisosporen-Bildung eintritt. So unterbleibt z. B. stets die Bildung der Krystalle; die Pigmentbildung ist nur eben angedeutet; die Differenzirung der Kerne ist weit weniger auffallend als in fructificativen Zuständen u. s. w. Beim Uebergang dieser jugendlichen reproductiven Kolonien in den vegetativen Zustand verschwindet der vorher so deutliche Dimorphismus der Individuen, diejenigen Nester, welche noch keine Schale besitzen, umgeben sich nach und

1) Bei dieser plötzlichen und sehr bedeutenden Steigerung der Menge des Plasmas in der Kolonie werden Gallerte und Vacuolen nicht im Stande sein, den Qualster an der Meeresoberfläche zu halten. Die Kolonie wird in Folge dessen in etwas tiefere Meeresschichten hinabsinken, jedoch nur soweit, dass die gelben Zellen noch fortfahren können zu assimiliren. Sie kehren dann erst zur Meeresoberfläche zurück, wenn der hydrostatische Apparat der Masse der Individuen entsprechend ausgebildet ist (s. unten »Entwicklung«).

nach sämmtlich mit einer solchen, und jedes Individuum nimmt von nun an nur noch an Zahl der Kerne und an Grösse zu. Eine Vermehrung der Individuen durch Theilung findet in diesen vegetativen Kolonien nach meinen Erfahrungen nicht mehr statt. Aehnlich wie bei den Sphaerozoiden beobachtet man auch bei den Collosphaeriden die eben erst aus der Umbildung der reproductiven Zustände hervorgegangenen vegetativen Kolonien seltener an der Meeresoberfläche, als die ausgewachsenen vegetativen und die fructificativen Qualster. Vermuthlich wird auch hier während der reproductiven Periode die Masse des Plasmas so sehr vermehrt, dass der hydrostatische Apparat die Kolonie nicht an der Meeresoberfläche halten kann.

Während die Collosphaeriden sicher stets bei ihrer Entwicklung eine reproductive Periode, die der Bildung extracapsularer Körper bei Sphaerozoiden vergleichbar ist, durchmachen, kann ich nicht mit voller Bestimmtheit angeben, ob auch die Sphaerozoiden in allen Fällen eine reproductive Periode durchmachen. Wegen der Uebereinstimmung der Jugendzustände beider Familien, wegen des ungemein häufigen Vorkommens extracapsularer Körper in jugendlichen Collozoen und wegen der sonst völlig unverständlichen Thatsache, dass man von *Collozoum* fast nur kleine und grosse Kolonien findet, sehe ich mich — trotz des Mangels einer directen Beobachtung[1]) — gezwungen, bei den Sphaerozoiden eine Umwandlung der extracapsularen Körper in Nester, die der Kolonie verbleiben, anzunehmen.

Ich kann also über die reproductive Periode jugendlicher Sphaerozoëen mit Bestimmtheit angeben, dass sie bei Collosphaeriden immer zur raschen Vermehrung der Nester, bei den Sphaerozoiden zuweilen zur Ausbildung von Anisosporen führt, und vermuthe, dass bei den Sphaerozoiden dieser Zustand in vielen, vielleicht sogar den meisten Fällen mit der Umwandlung der extracapsularen Körper in Nester endet. Eine Erklärung für die Verschiedenheit des Schicksals der extracapsularen Körper von Sphaerozoiden vermag ich nicht zu geben.

5. Die Entwicklung der Sphaerozoëen und anderer Radiolarien.

Ausser den Literaturangaben, welche ich in den bisherigen Kapiteln des Abschnittes »Entwicklung und Fortpflanzung« mitgetheilt habe, sind noch einige zu erwähnen, die sich bisher an keiner Stelle unterbringen liessen und doch für die Kenntniss von der Entwicklung der Sphaerozoëen von grosser Wichtigkeit sind. Müller (3 p. 6) behandelt einen Gegenstand von weittragender Bedeutung. »Es entsteht die Frage, ob es auch solitäre Individuen von *Sphaerozoum*, also ausser einer Kolonie giebt, die als Quelle der Kolonie angesehen werden könnten. Es ist mir ein einziges Mal eine solche Form vorgekommen. Es war eine mit wenigen Fäden besetzte farblose Zelle von $^3/_{100}$''' Durchmesser, einen Oeltropfen enthaltend und auswendig mit einigen gelben Zellen besetzt.« Endlich bemerkt er (p. 8), dass er unter den frei und todt vorkommenden Collosphaeren, Individuen aus zerstörten Meerqualstern, kleinere und kleinste gesehen habe, denen die kieselige Gitterschale fehlte, und wo die blaue Masse und die Krystalle nur von der häutigen

1) Die oben (p. 189, Taf. 6 Fig. 9) angeführte Thatsache, dass eine *Collozoum*-Kolonie in der Nähe stark reducirter Nester ausser extracapsularen Körpern auch kleine Nester enthält, ist nicht beweisend, da ich mich nicht davon überzeugt habe, dass die jungen Nester wirklich — wie ich vermuthe — durch Umbildung extracapsularer Körper entstanden sind.

Kapsel eingeschlossen waren[1]). — Häckel (5 p. 145) schliesst aus seinen Beobachtungen, »dass die Individuen der Polyzoen sowohl durch einfache Theilung der Centralkapsel, als durch endogene Keimbildung (Zerfall der einzelnen Nester in mehrere) sich vermehren und dass so die Kolonien wachsen, sowie dass einzelne Nester sich ablösen und auf diese Weise die Grundlage einer neuen Kolonie bilden.« »Insbesondere in der letzten Zeit meines Aufenthalts in Messina (im Februar und März), wo ich speciell auf diesen Punkt aufmerksam war, habe ich ziemlich viele einzelne Nester von *Sphaerozoum* und *Collosphaera*, zum grösseren Theil todt, zum Theil aber im besterhaltenen, lebendigen Zustande beobachtet. Die lebenden isolirten Nester unterschieden sich in Nichts von den zu einer Kolonie verbundenen Individuen. Sie enthielten einen, selten 2, centrale Oeltropfen; der Mutterboden war dick und liess eine reiche Menge verästelter und anastomosirender Pseudopodien mit Körnchenströmung ausstrahlen, zwischen denen niemals Alveolen sichtbar waren. Dagegen waren meistens mehrere gelbe Zellen im Mutterboden zerstreut. Am häufigsten sah ich derartige abgelöst lebende Individuen von *Collozoum inerme*. Ich zweifle nicht, dass dieselben als die ersten Anfänge neuer Kolonien anzusehen sind. Die Alveolen scheinen dann erst aufzutreten, wenn bereits mehrere Nester beisammen sind. Häufig sah ich ganz kleine Qualster von nur 2—4—6 Nestern, die nur erst durch einige wenige Alveolen zusammen gehalten wurden.« — Endlich habe ich hier noch einige Angaben Häckel's (5 p. 147, 148) anzuführen, die eigentlich schon oben (p. 104) am Platze gewesen wären. Häckel fand im Mai 1859 in Neapel mehrere lebende Qualster von *C. inerme*, in denen sämmtliche Nester innere Keime (Anlagen von Anisosporen) besassen. Ebenso gelangten in Messina vom December bis März bei fast allen Arten von *Collozoum* und *Sphaerozoum* derartige Zustände zur Beobachtung. Bei *Collosphaera* wurde nie die Bildung innerer Nester beobachtet. Ferner erwähnt Häckel (p. 149, 150), dass die »extracapsularen Oelkugeln mit mehrfachen Einschlüssen namentlich in kleinen Qualstern mit wenigen Nestern vorkommen, und dass sie zu gewissen Zeiten besonders häufig sind. Während ich im October und November fast täglich grosse Mengen von beträchtlich grossen Sphaerozoiden-Kolonien, durchschnittlich etwa 1 Zoll lang, fischte, deren jede sehr viele, meist über 100, Nester mit je einem grossen, einfachen centralen Oeltropfen enthielt, waren diese Formen im Januar und Februar sehr selten und ich fing statt deren gewöhnlich nur sehr viele, ganz kleine Qualster von kaum einer Linie Durchmesser mit wenigen, durchschnittlich 5—20 Nestern«, die häufig von »extracapsularen Oeltropfen umgeben waren«. —

Cienkowski (14) beobachtete 1871 vom Januar bis Mitte März in Neapel und Messina *Collosph. Huxleyi*, *Acrosph. spinosa* und *C. inerme* in Schwärmerproduction. — Die von Müller und Häckel beobachteten völlig entwickelten solitären Nester, denen die Alveolenhülle noch fehlte, können, wie Hertwig (15 p. 26) meint, auch direct von Schwärmern abstammen und brauchen sich nicht von Kolonien abgelöst zu haben. Nach den Beobachtungen von Hertwig (p. 15) steht die Grösse der Kerne eines Individuums im umgekehrten Verhältniss zu ihrer Anzahl. Junge Nester enthalten nur wenige grosse Kerne, die einen im Centrum der Centralkapsel gelagerten Haufen bilden. — In seiner zweiten Radiolarienarbeit macht Hertwig (17 p. 31) folgende Angabe über die Jugendformen der Sphaerozoëen: »In meiner früheren Arbeit hatte ich vermuthet, dass sehr frühzeitig der einkernige Schwärmer in einen vielkernigen Rhizopodenzustand übergeführt werden müsse, da ich niemals Centralkapseln mit einem einzigen grossen binnenbläschenartigen Kern aufgefunden habe. Diese Vermuthung hat sich durch meine neueren Untersuchungen nicht bestätigt, da ich in Messina wiederholt von den verschiedensten Arten Kolonien beobachtet habe, bei denen alle Centralkapseln nur einen einzigen oder einige wenige grosse Kerne besassen. In allen diesen Fällen ist die Zahl der Centralkapseln einer Kolonie sehr gering und beträgt häufig nicht mehr als 2 oder 3; entweder sind alle einkernig, oder alle mehrkernig, oder endlich ein Theil ein-, ein anderer Theil mehrkernig. Die Kerne sind bald kugelig, bald wurstförmig verlängert und gleichen den Nuclei der Infusorien, indem sie wie diese vollkommen homogene, von einer dünnen Membran umhüllte Körper sind; sie nehmen das Centrum der Centralkapsel ein und werden rings von der intracapsularen Sarkode umgeben, die hier reichlicher als sonst vorhanden ist und in ausgezeichneter Weise eine auch bei vielen anderen Radiolarien zu beobachtende radiale Streifung zeigt. Ihre ganze Masse ist nämlich

1) Die vermeintlichen jungen Collosphaeren sind höchst wahrscheinlich isolirte Nester von *Myxosphaera coerulea* gewesen, die dicht vor dem Ausschwärmen standen und die gemeinsame Gallerte bereits grossentheils eingebüsst hatten. Junge, noch schalenlose Collosphaeren können es nicht gewesen sein, denn diese besitzen keine Krystalle und höchstens geringe Mengen von Pigment.

in zahlreiche schmale keilförmige Stücke zerfallen, denen bei der Betrachtung von der Oberfläche der Centralkapsel eine feine polygonale Felderung entspricht.« »Die mitgetheilten ergänzenden Beobachtungen lehren, dass die Sphaerozoiden noch zu einer Zeit einkernig sind, wo schon ihr Weichkörper völlig entwickelt ist und, wie ich noch weiter hinzusetzen kann, bei den Skelet führenden Arten auch schon mit einem Skelet versehen ist. Immerhin scheint der einkernige Zustand im Verhältniss zum vielkernigen nur von kurzer Dauer zu sein, da es sonst unverständlich sein würde, dass bisher nur Thiere mit vielen Kernen beobachtet wurden, trotzdem die Sphaerozoiden von den verschiedensten Forschern auf das Eingehendste untersucht worden sind. In allen diesen Verhältnissen glich die Familie keinen anderen Radiolarien so sehr, als den Acanthometriden.« —

I. Der Entwicklungsgang der Sphaerozoëen.

In der Einleitung (p. 2) unterschied ich im Leben der Sphaerozoëen folgende Phasen der Entwicklung:

1. Schwärmerzustand;
2. Junge vegetative Stadien;
3. Junge reproductive Zustände (Bildung extracapsularer Körper);
4. Alte vegetative Stadien;
5. Alte reproductive oder fructificative Zustände;
   a. Bildung von Isosporen,
   b. Bildung von Anisosporen.

Die Stadien selbst sind einigermaassen bekannt; die Uebergänge von einem Zustande zum anderen sind jedoch z. Th. noch gar nicht erforscht worden. Ebenso ist die Dauer der einzelnen Stadien und des ganzen Entwicklungsganges vorläufig unbekannt (s. oben p. 135). Eine Periodicität der Entwicklung ist nach meinen Beobachtungen für mehrere Species sicher ausgeschlossen und für die übrigen unwahrscheinlich (s. oben p. 132)[1]. Die vegetativen Zustände sind den reproductiven gegenüber durch den Besitz homogener und einfach brechender Kerne ausgezeichnet, während die letzeren deutlich differenzirte oder stark doppeltbrechende Kerne enthalten. Ausserdem giebt sich in den reproductiven Stadien im Gegensatze zu den vegetativen stets ein Ueberwiegen der reproductiven Functionen über die vegetativen kund.

1) Dem oben Gesagten habe ich noch hinzuzufügen, dass einige Angaben Häckel's und Cienkowski's meine Beobachtungen über das Vorkommen der Sphaerozoëen in einem sehr wichtigen Punkte ergänzen. Ich habe ausgewachsene Exemplare von *C. inerme* in den verschiedenen Beobachtungsjahren nur vom September bis Ende November oder Anfang December in grosser Anzahl und vom Ende des Jahres bis zum Herbst des folgenden nur ganz vereinzelt gefunden (p. 111). Da ich andererseits junge Kolonien dieser Species vom September resp. October an bis Anfang Juni häufig beobachtet habe, so könnte man zu der Annahme verleitet werden, dass *C. inerme* in seiner Entwicklung von der Jahreszeit abhängig ist und periodisch sich entwickelt. Diese Ansicht bezeichnete ich bereits oben (p. 132) als unwahrscheinlich und kann zur Stütze der entgegengesetzten Behauptung noch anführen, dass Häckel in Anisosporen-Bildung begriffene Qualster von *C. inerme* sowohl im Mai in Neapel, als vom December bis März in Messina beobachtet hat, und dass auch Cienkowski vom Januar bis März in Neapel und Messina *C. inerme* in Schwärmerproduction angetroffen hat. Ganz zuverlässig ist diese Stütze allerdings nicht insofern, als aus den kurzen Angaben von Häckel und Cienkowski nicht mit Bestimmtheit hervorgeht, dass alle von ihnen als *C. inerme* gedeuteten Qualster wirklich dieser Species (und nicht etwa *C. fulvum* etc.) angehören.

1. Schwärmzustand.

Der einzige Entwicklungszustand, in welchem die Sphaerozoëen frei beweglich sind, ist der Schwärmzustand. Die Schwärmer sind — vermuthlich in allen Fällen, in einigen sicher — mit 2 sehr langen Geisseln ausgerüstet, besitzen eine gewisse Menge von Reservematerial und stets nur einen Kern, der ein Netzwerk von Chromatinfäden aufweist. Die Verschiedenheit zwischen den beiden Schwärmerarten der Sphaerozoëen, den Isosporen und den Anisosporen, habe ich oben (p. 175) bereits ausführlich erörtert, so dass ich an dieser Stelle darauf nicht zurückzukommen brauche.

Wie ich bereits erwähnte, ist es mir leider, ebenso wenig wie meinen Vorgängern, möglich gewesen, die Umbildung eines Schwärmers in die junge Sphaerozoëe zu verfolgen. Es ist jedoch nicht zweifelhaft, dass die Schwärmer sich in einkernige vegetative Individuen, die von Hertwig mehrfach beobachtet worden sind, umbilden. Die Art und Weise dieser Umwandlung entzieht sich vorläufig noch der Beurtheilung; da aber selbst die jüngsten einkernigen vegetativen Zustände stets bedeutend grösser sind als die Schwärmer, so werden wahrscheinlich die Zoosporen sich nicht direct in die jungen Individuen umwandeln, sondern unter Vermittlung eines Zwischenstadiums.

Da die Radiolarien zur Zeit, wo sie in ihrem Inneren Schwärmer erzeugen, zu Boden sinken, so wäre es — wie Hertwig (**17** p. 128) meint — denkbar, »dass diese sich normaler Weise erst auf dem Grunde des Meeres fort zu entwickeln vermögen.« Hertwig hält es sogar auf Grund der Resultate der Challenger-Expedition für wahrscheinlich, »dass die Radiolarien vorwiegend Tiefseebewohner sind, welche ab und zu zur Meeresoberfläche emporsteigen.« Dieser Ansicht kann ich mich nicht anschliessen, sondern halte — wie ich oben (p. 133) bereits andeutete, jetzt ausführlicher zeigen werde — die Sphaerozoëen für echte pelagische Thiere, welche ihre ganze Entwicklung in der Nähe der Meeresoberfläche durchmachen.

Sämmtliche Entwicklungszustände der Sphaerozoëen habe ich in der Nähe der Meeresoberfläche gefunden, mit Ausnahme der Stadien 1—2 und 3—4, d. h. der ganz jungen Entwicklungszustände und der Uebergänge der jungen reproductiven zu den alten vegetativen Zuständen, welche bisher gar nicht oder nur höchst selten zur Beobachtung gelangten. Ich theilte oben mit, dass die Stadien 2 und 3 meist in einer Tiefe von 10—40 Meter, die Stadien 4 und 5 dagegen in der Regel dicht an der Meeresoberfläche sich finden. Diese Art des Vorkommens entspricht genau der Ausbildung des hydrostatischen Apparates, der Vacuolen und der Gallerte. Die ausgewachsenen vegetativen Kolonien von *C. inerme* und einigen anderen Species mit stark ausgebildeter Gallerte und viel Vacuolenflüssigkeit kommen nur unmittelbar an der Meeresoberfläche vor. Es scheint mir vollkommen unmöglich, dass sie ohne heftige äussere Reizung überhaupt die Oberfläche verlassen. Aber auch im stark gereizten Zustande legen vegetative Kolonien (s. oben p. 99) in einer Minute einen Weg von einem Decimeter,

also in einer Stunde einen solchen von 6 Meter zurück. Da es ausserdem feststeht, dass die Kolonien die Veränderungen, welche ihre Vacuolen bei heftigen mechanischen Reizen erlitten haben, nach Aufhören des äusseren Einflusses in kurzer Zeit wieder ausgleichen und wieder zur Oberfläche emporsteigen, so ist es mir unverständlich, auf welche Weise sie den Meeresboden erreichen sollen. Eine sehr heftig gereizte Kolonie würde, um in tiefen Meeren den Boden zu erreichen, ungefähr einen Monat brauchen, doch müsste der Reiz beständig andauern. Da aber beim stärksten Sturme die Wellenbewegung nicht tiefer als bis etwa 50 Meter zu verspüren ist, so werden die ausgewachsenen Kolonien auch nicht viel tiefer hinabsinken können.

Dass man Uebergänge der Stadien 3 und 4 nur höchst selten antrifft, habe ich oben (p. 197) durch die Annahme zu erklären gesucht, dass in der reproductiven Periode der jugendlichen Kolonie die Plasmatheile in kurzer Zeit sich sehr bedeutend vergrössern, während der hydrostatische Apparat sich gar nicht oder doch nicht in entsprechendem Maasse entwickelt. Die Gesammtmasse der Individuen ist deshalb am Ende des reproductiven Stadiums zu gross, als dass Gallerte und Vacuolen im stande wären, die Kolonie an der Oberfläche zu halten; der Qualster wird in Folge dessen untersinken. Bis zu diesem Punkte sind meine Annahmen durch Beobachtungen gesichert. Ich nehme nun weiter an, dass die Qualster nur bis zu einer Tiefe von 100—200 Meter hinabsinken und beim Beginn des älteren vegetativen Zustandes ihren Schwebapparat so weit ausbilden, dass sie nicht tiefer sinken, sondern allmählich zur Oberfläche zurückkehren. Als Gründe für meine Vermuthung führe ich an, dass das Missverhältniss zwischen der Masse der Individuen und dem hydrostatischen Apparat zu gering ist, um ein schnelleres und sehr bedeutendes Untersinken der Kolonie zu ermöglichen, und dass die gelben Zellen in den älteren vegetativen Zuständen, welche man an der Oberfläche oder auf dem Wege dahin antrifft, stets sehr zahlreich sind. Das wäre aber nicht möglich, wenn die Kolonien in der Zwischenzeit bis zum Grunde des Meeres, bis zu einer Tiefe von mehreren Tausend Metern hinabgestiegen wären. Die gelben Zellen würden schon in einer Tiefe von ungefähr 200 Meter unfähig geworden sein zu assimiliren und wären nach einiger Zeit abgestorben. Dass aber die gelben Zellen, welche man in den älteren Kolonien antrifft, erst bei der Rückkehr zur Oberfläche in die Qualster eingewandert sein sollten, ist ebenso wenig möglich; dazu ist ihre Anzahl, die stets erheblich grösser ist als in jungen Kolonien, viel zu bedeutend.

Endlich muss ich auch die Frage, ob ein triftiger Grund zu der Annahme vorliegt, dass die Schwärmer sich am Meeresgrunde entwickeln, auf das Entschiedenste verneinen. Gegen eine solche Annahme spricht zunächst die Thatsache, dass das Untersinken der Individuenklumpen erst wenige Stunden vor dem Ausschwärmen, meist etwa zur Zeit der Ausbildung von Schwärmeranlagen, erfolgt. Da ich nun oben (p. 98) gezeigt habe, dass die zu einem Klumpen zusammengerückten Individuen einer *Myxosph. coerulea* beim Untersinken in Meerwasser einen Decimeter in 5—6 Secunden zurücklegen, so werden sie zur Zeit des Ausschwärmens in einer Tiefe von 100—150 oder höchstens 200 Meter

angelangt sein[1]). Zu der weiteren Annahme, dass die frei gewordenen Schwärmer dem Meeresboden zustrebten — ein Unternehmen, das mehrere Wochen in Anspruch nehmen würde, — liegt gewiss nicht die geringste Veranlassung vor. Es ist viel wahrscheinlicher, dass sie ungefähr in der Wasserschicht, in der das Ausschwärmen erfolgte, ihre Umbildung in junge Individuen durchmachen. Wenn die Ausbildung der Schwärmer am Meeresgrunde erfolgen sollte, so müsste der Schwund der Gallerte und das schnelle Untersinken des Individuenklumpens schon etwa 3 Tage vor dem Ausschwärmen stattfinden; das aber ist nach meinen Beobachtungen niemals der Fall.

Die Vermuthung Hertwig's, dass die Radiolarien vorwiegend Tiefseebewohner sind, welche ab und zu zur Meeresoberfläche aufsteigen, ist für die Sphaerozoëen nicht zutreffend. Die mitgetheilten Thatsachen sprechen mit Bestimmtheit gegen diese Ansicht, die ausserdem durch die oben mitgetheilten Abkühlungsversuche und durch das stete Vorkommen von gelben Zellen in den Radiolarienkolonien in hohem Grade unwahrscheinlich gemacht wird. Ich bin mithin der Ansicht, dass die Sphaerozoëen in keinem Entwicklungszustande in den dunklen Tiefen der Oceane oder gar am Boden der Meeresabgründe leben, und dass sie nie mehr als einige Hundert Meter von der Oberfläche sich entfernen. Am Meeresgrunde können von Sphaerozoëen nur Skelettheile oder todte Kolonien vorkommen, — die ersteren als Reste von Kolonien, deren Individuen ausgeschwärmt oder von Thieren verdaut worden sind, die letzteren als Ueberbleibsel von Qualstern, die in kalte Ströme oder kalte Meeresabschnitte oder auch in sehr verunreinigtes bezw. versüsstes Wasser gerathen sind. Das Plasma der abgestorbenen Kolonien wird sich nicht allein wegen der in tiefen Wasserschichten herrschenden geringen Temperatur (Wyv. Thomson), sondern auch wegen der ausserordentlichen Armuth des Meerwassers an Fäulnissorganismen sehr lange erhalten. Der Nachweis, dass conservirte Proben aus grossen Meerestiefen Radiolarienskelete mit Plasma, Kernen u. s. w. enthalten, entscheidet noch keineswegs, dass die Radiolarien am Meeresgrunde gelebt haben. Solange man sich nicht durch directe Untersuchung der frisch heraufbeförderten Bodenproben davon überzeugt hat, dass die dort etwa vorkommenden Sphaerozoëen wirklich leben, ist die aus den oben angeführten Gründen sehr viel wahrscheinlichere Möglichkeit, es mit abgestorbenen, aber gut erhaltenen Exemplaren zu thun zu haben, nicht von der Hand zu weisen. —

2. Junge vegetative Stadien.

Die jugendlichen Kolonien der Sphaerozoëen enthalten im allgemeinen wenig zahlreiche und gewöhnlich kleine Individuen mit einem oder wenigen ziemlich grossen Kernen. Die Gallerte ist noch spärlich entwickelt; die Skeletbildungen sind noch sehr fein und zart; die gelben Zellen sind nur in geringer Zahl vorhanden. Kolonien, deren Individuen nur

1) In vielen Fällen — z. B. bei Anisosporen-bildenden Kolonien von *C. inerme* — wird das Ausschwärmen in viel geringerer Entfernung von der Meeresoberfläche stattfinden.

wenige Kerne, z. Th. sogar nur einen, enthielten, habe ich oft gefunden; doch bin ich nicht so glücklich gewesen wie Hertwig, der auch Kolonien beobachtet hat, in denen sämmtliche Individuen nur einen Kern besassen.

Ich vermuthe, dass die Entwicklungszustände mit wenigen Kernen geraume Zeit bestehen, und dass sie nur deshalb verhältnissmässig selten zur Beobachtung gelangt sind, weil sie in den obersten Wasserschichten, in denen hauptsächlich gefischt wird, im allgemeinen nicht vorkommen. Jugendliche Individuen mit radiär gestreiftem Plasma habe ich nie beobachtet; die von Hertwig beschriebene Erscheinung kommt daher nicht den Jugendzuständen im allgemeinen, sondern nur denjenigen gewisser Species zu. Die weitere Angabe Hertwig's, dass die Kerne sehr jugendlicher Individuen eine Membran besitzen, beruht wohl auf Irrthum. Nach meinen Beobachtungen sind die Kerne der jungen und der alten vegetativen Individuen stets homogen und membranlos. Die Vermehrung der Individuen geschieht langsam durch Zweitheilung.

Bei *Sph. Häckeli* findet am Ende der jugendlichen vegetativen Lebensperiode eine Umbildung des Centralkapselinhaltes in Anisosporen statt. Es bleibt dahingestellt, ob bei dieser Species die Anisosporen-Bildung immer schon in diesen frühen Entwicklungsstadien, in denen die Individuen nur wenige Kerne enthalten, eintritt, und ob auch die andere (Isosporen-bildende) Generation ebenso kurzlebig ist. Bei den übrigen Sphaerozoëen ist eine ähnliche Erscheinung bisher nicht constatirt worden.

Ob die Individuen von *Collosph. Huxleyi* in diesem Stadium sämmtlich Schalen, und zwar kleine, besitzen, oder ob sie sämmtlich nackt sind, ist leider bisher noch nicht durch Beobachtungen entschieden worden. Die jungen *Collosphaera*-Kolonien, in welchen sich (neben nackten) mit Schale versehene Individuen befanden, erwiesen sich in sämmtlichen näher untersuchten Fällen als reproductive Zustände. Einige Kolonien, welche nur nackte kleine Individuen mit deutlicher Centralkapsel und je einer Oelkugel enthielten, habe ich zwar mehrfach beobachtet, doch können dieselben auch in den Entwicklungskreis von *Myxosphaera* gehören; eine sichere Entscheidung wird erst möglich sein, wenn man die Jugendzustände von *Myxosphaera* besser kennt, als es gegenwärtig der Fall ist.

3. Junge reproductive Zustände.

Alle Thatsachen, welche ich über die Sphaerozoiden mit extracapsularen Körpern und über die entsprechenden Entwicklungszustände der Collosphaeriden mittheilen konnte, habe ich oben (p. 179) angeführt und in der Zusammenfassung (p. 194) verwerthet. Leider reichen die bisherigen Beobachtungen nicht aus, über die Bedeutung der Vorgänge, welche in dieser Lebenszeit stattfinden, und über das Ende dieser Periode sicheren Aufschluss zu geben. In einzelnen Fällen führt (bei *Collozoum* spec.) dieses reproductive Stadium auffallender Weise zur Bildung freier Schwärmer, in zahlreichen anderen (wahrscheinlich den bei weitem meisten) Fällen dagegen verbleiben die sämmtlichen Individuen, die durch Theilung oder Knospung aus den ursprünglichen Nestern hervorgegangen sind, der Kolonie. Bei *Collosphaera*, der in

dieser Hinsicht am besten untersuchten Species, findet stets ein Einschieben einer reproductiven Periode zwischen die jungen und die alten vegetativen Stadien statt. Ein Vortheil dieser Einrichtung besteht darin, dass eine ganz rapide Vermehrung der Individuen stattfindet; ausserdem ist es vielleicht für die Art der Vertheilung der Sphaerozoiden von Bedeutung, dass sie für einige Zeit in den Bereich der Unterströmungen gerathen. Während und bald nach dieser Lebensperiode findet, wie ich in mehreren Fällen nachweisen konnte, eine Vermehrung der Kolonien durch Zweitheilung statt.

4. Alte vegetative Stadien.

Bei *Collosph. Huxleyi* unterscheiden sich die frühesten Zustände dieser Periode von den jungen vegetativen Stadien hauptsächlich dadurch, dass neben den kleinen Schalen auch grosse vorhanden sind und dass die Menge der gelben Zellen sichtlich zugenommen hat. Die Anzahl der Individuen ist trotz der regen Vermehrung der Individuen während der reproductiven Periode in Folge der häufigen Zweitheilungen der Kolonie ungefähr ebenso gross wie bei Beginn des reproductiven Lebensabschnittes. Auch die Grösse der Individuen hat während der reproductiven Periode kaum merklich zugenommen. In den »alten vegetativen« Zuständen findet nun ein allmähliches Wachsthum der einzelnen Individuen statt, während eine Vermehrung der Individuen durch Theilung der vorhandenen gänzlich unterbleibt. Das zeigt sich darin, dass in alten Kolonien von *Collosph. Huxleyi* — mit Ausnahme weniger zweifelhafter Fälle[1]) — niemals nackte oder mit sehr feiner Schale umgebene Individuen vorkommen. Die Individuen vergrössern sich, vermehren die Menge ihrer Kerne und lassen, sobald sie ausgewachsen sind, die Anfänge der fructificativen Periode, welche die Entwicklung der Generation abschliesst, erkennen.

Bei den Sphaerozoiden, z. B. *C. inerme*, besteht zwischen den jungen und den alten vegetativen Zuständen eine bedeutende Verschiedenheit in der Menge der Individuen. Die sehr viel grössere Anzahl der Nester alter Kolonien ist nur verständlich durch die Annahme, dass die extracapsularen Körper der reproductiven Zustände sich sämmtlich in Nester umgewandelt haben (vergl. oben p. 196—198). Ob auch bei den Sphaerozoiden in den alten Zuständen die Individuen nur an Grösse, nicht aber auch an Zahl zunehmen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. —

Müller hat einmal, Häckel häufig isolirte Nester von Polyzoen gefunden. Häckel folgert aus dieser Erscheinung, dass einzelne Nester von den vorhandenen Kolonien sich ablösen und die Grundlage einer neuen Kolonie bilden. Gegen diese Vermuthung macht Hertwig geltend, dass die isolirten Nester auch direct von Schwärmern abstammen können und sich nicht von Kolonien abgelöst zu haben brauchen. Dieser Erklärungsversuch kann jedoch nur für ganz jugendliche Einzelindividuen zutreffend sein und passt nicht für die älteren

1) Die beiden *Collosphaera*-Kolonien, welche ich oben (p. 184 Nr. 23 und 24) geschildert habe, schienen ältere Entwicklungszustände zu repräsentiren und enthielten dennoch neben zahlreichen mit Schale versehenen Nestern auch nackte Individuen. Eine Erklärung für diese ganz ungewöhnliche Erscheinung zu geben, ist mir vorläufig unmöglich.

vegetativen Zustände, welche ich, ebenso wie Häckel, zu wiederholten Malen isolirt im Mulder des Auftriebs fand. Ausserdem habe ich zuweilen sehr kleine Kolonien von wenigen alt-vegetativen Nestern beobachtet[1]). Das immerhin recht seltene Vorkommen solcher isolirter Individuen oder sehr kleiner und zugleich alter Kolonien weist vielleicht darauf hin, dass diese Erscheinung eine mehr zufällige und vielleicht sogar abnorme ist. Es ist wahrscheinlich, dass die Individuen meist dadurch isolirt werden, dass beim Fange mit dem pelagischen Netz Kolonien an den Netzmaschen kleben bleiben und beim Abspülen in zahlreiche Stücke zerrissen werden. In der That findet man auch besonders in ungeschickt gefangenem und schlecht behandeltem Auftriebmaterial einzelne alte Nester oder aus wenigen Individuen bestehende kleine Qualster. Obwohl ich in vorsichtig geschöpftem Meerwasser neben den intacten Kolonien niemals isolirte Individuen fand, so ist es doch denkbar, dass die alten Kolonien zuweilen auch unter natürlichen Verhältnissen durch starke Bewegungen des Wassers in Stücke zerrissen werden. Eine sichere Entscheidung dieser Frage, welche wegen der Beziehungen der Polyzoen zu den Monozoen (s. unten) eine grosse Wichtigkeit besitzt, ist dringend wünschenswerth. Vorläufig liegt kein zwingender Grund vor, dieses eigenthümliche Vorkommen als ein normales zu betrachten und mit Häckel anzunehmen, dass isolirte alte Individuen »als die ersten Anfänge neuer Kolonien anzusehen sind«.

5. Alte reproductive oder fructificative Zustände (Schwärmerbildung).

Der fructificative Zustand beginnt, wenn der Höhepunkt der Entwicklung erreicht ist, und führt zur Bildung von Isosporen oder von Anisosporen. Bis zum Beginn des fructificativen Zustandes sind beide Generationen, die sexuelle und die asexuelle, gleich. Da sich die Kolonien fast während des ganzen fructificativen Zustandes in unmittelbarer Nähe der Meeresoberfläche befinden, so sind der Uebergang aus dem vegetativen in das fructificative Stadium und der Verlauf der Schwärmerbildung verhältnissmässig gut bekannt.

Zum Aufbau der Schwärmer finden nur die intracapsularen Theile Verwerthung, und zwar wird die Markmasse dabei in den meisten Fällen fast ganz aufgebraucht. Bei *Collosph. Huxleyi* jedoch bleiben die grossen Krystalle, und bei dieser Species und *Myxosph. coerulea* die blauen Pigmentkörner nach dem Ausschwärmen zurück. Die extracapsularen Substanzen betheiligen sich nicht am Aufbau der Schwärmer. Sie verändern sich zwar erheblich im Verlaufe der Schwärmerbildung, doch werden sie nicht — wie Hertwig irrthümlich angiebt — in die Markmasse aufgenommen, sondern bleiben ausserhalb derselben und zerfallen nach dem Ausschwärmen der Isosporen vollständig. Die Veränderungen und der schliessliche Zerfall bezw. die Auflösung der extracapsularen Theile des Radiolarienkörpers (Pseudopodienplasma, Assimilationsplasma, Gallertsubstanz und Vacuolen) haben, wie ich oben

1) Nicht selten trifft man am Boden der Culturgläser auch einzelne Individuen, welche wenige Stunden später in Schwärmer zerfallen. In solchen Fällen waren die Nester der Kolonie nicht sämmtlich zu einem Klumpen zusammengezogen, sondern einige Individuen in den Resten der Gallerte zurückgelassen worden.

wahrscheinlich machte, darin ihren Grund, dass gegen Ende der fructificativen Periode die allein kernführende Marksubstanz aufhört, die vegetativen Functionen der extracapsularen Theile zu reguliren. Da die Sporenerzeugung bei den Sphaerozoëen schon von den übrigen Functionen recht deutlich getrennt ist, so kann man die Markmasse, welche im wesentlichen allein diese Thätigkeit vollzieht, in gewissem Sinne als Fortpflanzungsorgan oder Sporangium des Individuums bezeichnen. Die Bezeichnung ist jedoch nur z. Th. berechtigt; denn die Markmasse ist ja auch während der vegetativen Periode der wichtigste Theil des Sphaerozoëen-Individuums.

Die Thatsache, dass die Rindensubstanz und die übrigen extracapsularen Theile des Radiolarienkörpers nicht zum Aufbau der Schwärmer verwerthet werden, spricht, wie mir scheint, nicht für die allgemeine Gültigkeit des Satzes von der Unsterblichkeit der Einzelligen. Eine grosse Anzahl einzelliger thierischer und pflanzlicher Wesen hat man mit Weismann und Bütschli als unsterblich zu bezeichnen; denn sie altern nicht und vermehren sich durch einfache Theilung, indem die Substanz des Mutterindividuums in den Tochterindividuen direct fortlebt, sie besitzen mit anderen Worten keinen physiologischen Tod. Die Sphaerozoëen jedoch und wahrscheinlich noch eine beträchtliche Menge höher differenzirter Rhizopoden bilden insofern einen Uebergang zu den Metazoen, als sie in allerdings nicht demselben Grade wie diese sterblich sind. Hiernach scheint es, als ob zwischen Sterblichkeit und Unsterblichkeit keine scharfe Grenze besteht, sondern — wie bei anderen Eigenschaften der Organismen — ein allmählicher Uebergang stattfindet. Im Leben der Sphaerozoëen-Individuen lassen sich deutlich verschiedene Altersstufen unterscheiden. Die Schwärmerbildung tritt stets in demselben Entwicklungszustand, am Ende des vegetativen Lebens, ein, ähnlich wie die Fortpflanzung mancher Metazoen. Diejenigen Theile des Organismus, welche während des vegetativen Zustandes hauptsächlich, allerdings nicht allein, die Functionen vollzogen, gehen bei der Schwärmerbildung zu Grunde. Es bleibt nach dem Ausschwärmen ausser nicht plasmatischen Theilen auch eine bedeutende Menge von Plasma zurück, welche man keineswegs als ein Ausscheidungsproduct, und ebenso wenig als einen unbrauchbaren Rest bezeichnen kann. Ausscheidungsproducte kommen allerdings bei der Schwärmerbildung der Sphaerozoëen vor, nämlich Pigmentkörner und die grossen *Collosphaera*-Krystalle. Das Vorkommen derselben legt aber auch Zeugniss ab für die tief eingreifenden Veränderungen, welche sich innerhalb des Mutterindividuums bei der Bildung von Schwärmsprösslingen abspielen und die hauptsächlich in dem Bestreben, die Keime mit Nährstoffen zu versehen, ihren Grund haben. Dass sich wichtige Veränderungen in der chemischen Beschaffenheit der sporenbildenden Individuen vollziehen, zeigt sich ausserdem in dem stärkeren Lichtbrechungsvermögen des Plasmas, in dem Verschwinden der Markkörnchen, in der nicht selten erhöhten oder verringerten Färbbarkeit der Kerne etc. Ich glaube daher nicht, dass man berechtigt ist, die Radiolarienschwärmer qualitativ den vegetativen Individuen der Radiolarien zu vergleichen, und zu sagen, dass die Substanz des Mutterindividuums in den Tochterindividuen unmittelbar fortlebt. Soweit sich das bei unserer ungenügenden Kenntniss beur-

theilen lässt, sind die Schwärmer in der chemischen Zusammensetzung von den vegetativen Individuen recht wesentlich verschieden; gewisse Plasma-Substanzen (z. B. das Assimilationsplasma) fehlen ihnen sicher gänzlich.

II. Einige Beobachtungen über die Fortpflanzungserscheinungen der Acanthometriden.

Gelegentliche Beobachtungen lassen es mir sehr wahrscheinlich erscheinen, dass die Acanthometriden einen ähnlichen Entwicklungsgang durchmachen, wie die Sphaerozoëen. Zunächst sprechen einige Thatsachen, die ich an lebenden Exemplaren von *Acanthochiasma rubescens* feststellen konnte, dafür, dass bei dieser Species zwei verschiedene Arten der Schwärmerbildung vorkommen. Individuen mit kugligen, sehr glänzenden Schwärmeranlagen enthielten entweder in jedem glänzenden Klumpen eine blassbräunliche Fettmasse von eigenthümlich verzerrter, zuweilen fast sternförmiger Gestalt (s. Taf. 3 Fig. 3, 14) oder je ein Krystalloid von mannigfacher Form und verschiedener Grösse (Taf. 3 Fig. 7*a*—*e*). Nie waren Klumpen mit verzerrter Fettmasse und solche mit einem Krystalloid in demselben Individuum.

Das Austreten reifer Schwärmer habe ich bei *Xiphacantha alata* und einer Acanthometride, die mit Häckel's *Acanthometra sicula* identisch ist oder ihr doch sehr nahe steht, zu wiederholten Malen beobachtet (Taf. 5 Fig. 59*a*—*e*). Die Schwärmer zeichnen sich durch sehr geringe Grösse (etwa 0,004 mm Durchm.), durch die fast kuglige, zuweilen kurz birnförmige Gestalt und durch das Vorhandensein von mehreren, wahrscheinlich 3 Geisseln, die von 2 entgegengesetzten Polen entspringen, aus.

Von *Xiphacantha alata* habe ich die Schwärmer von 3 verschiedenen Individuen (Fig. 59*c*—*e*) dargestellt. In dem einen Falle besassen sämmtliche Schwärmer einen kleinen stabförmigen Krystall (59*e*) und nur ganz vereinzelte (1—2) Körner daneben; in den beiden anderen Fällen (59*c*, *d*) fehlte der Krystall, dagegen war eine grössere Menge von Körnern vorhanden. Die in der Fig. 59*c* nach dem Leben gezeichneten Schwärmer enthielten z. B. etwa 8 Körner von verschiedener Grösse in einem Gürtel zwischen Vorder- und Hinterende des birnförmigen Körpers. Ausserdem lag im Hinterende des einen Schwärmers ein gelber Klumpen, der in der Zeichnung als schwarzer Fleck wiedergegeben ist und wahrscheinlich ein Stück einer gelben Zelle ist (vergl. oben p. 162). Bei den Schwärmern eines anderen Exemplares (59*d*) konnte ich mich nach Anwendung von Jodjodkalium davon überzeugen, dass an zwei entgegengesetzten Stellen des ungefähr kugligen Schwärmers je eine sehr lange Geissel entsprang. Neben der einen konnte gewöhnlich noch eine kleine Nebengeissel unterschieden werden. Zuweilen schienen noch mehr Geisseln vorhanden zu sein. In sämmtlichen Schwärmern war durch die Jodbehandlung mindestens ein tiefblau gefärbtes (Stärke-)Korn sichtbar geworden, das sich in den lebenden Schwärmern nicht von den übrigen Körnern unterschied. Die Schwärmer eines dritten Individuums von *Xiphacantha alata* enthielten, wie erwähnt, je einen Krystall. Die Geisseln konnten weder am lebenden Schwärmer

(59*e* links) noch nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Beale's Karmin (59*e* rechts) mit Sicherheit erkannt werden.

An den Schwärmern einer *Acanthometra sicula* (59*a*) konnte ich nach Einwirkung von Jodjodkalium drei an zwei entgegengesetzten Punkten entspringende Geisseln erkennen, von denen in der Regel eine kürzer war. In einem anderen Falle (59*b*) erschienen die lebend untersuchten Schwärmer von *Acanthometra sicula* birnförmig und wie ein Bläschen, an dessen Innenwand einige stark lichtbrechende Körner liegen. Das grössere Vorderende des Schwärmers war frei von Körnern, mit blassen feinen Flocken (Kernfäden?) versehen und von dichterer Beschaffenheit als der Hintertheil. —

Die höchst eigenthümlichen und complicirt gebauten kernartigen Körper, welche Hertwig (**17**) bei Acanthometriden entdeckt hat, kann ich nicht mit Hertwig als »primäre Kerne« ansehen, sondern vermuthe, dass man sie für Brutknospen und für Homologa der extracapsularen Körper der Sphaerozoëen zu halten hat. Die auffallende Differenzirung dieser merkwürdigen Körper spricht wenig für die Ansicht Hertwig's, während sie schon eher verständlich ist, wenn man die sogen. primären Kerne mit den extracapsularen Körpern in Parallele bringt. Gegen Hertwig's Vermuthung ist ausserdem geltend zu machen, dass ich die Körper erstens in Acanthometren mit ziemlich zahlreichen Kernen fand, welche etwa auf derselben Entwicklungsstufe stehen, wie die mit extracapsularen Körpern versehenen Sphaerozoiden, und zweitens in ganz jugendlichen Individuen, die eben erst beginnen ein Skelet zu bilden. In den Zwischenstufen dagegen fehlen sie. Hiernach könnte man annehmen, dass in einem bestimmten Entwicklungszustande eine innere Knospe gebildet wird, welche ausgestossen wird, sobald sie reif ist, und sich dann ausserhalb des Mutterindividuums in eine junge *Acanthometra* verwandelt. Hierfür spricht ferner die von Fol[1]) festgestellte Thatsache, dass die ganz ähnlichen Körper, welche sich zuweilen in *Sticholonche zanclea* Hertw. finden, sich in je einen Embryo umbilden. Fol hat auch auf Grund seiner Entdeckung bereits die Ansicht Hertwig's über die Binnenkörper der Acanthometren als unwahrscheinlich bezeichnet.

1) Fol, Herm. Sur le *Sticholonche zanclea* et un nouvel ordre de Rhizopodes. in: Mém. Inst. Nat. Genèvois Tome 15. 35 pgg. 2 Taf.

V. Systematik[1].

1. System der Sphaerozoëen.

Müller (**3** p. 54), der zuerst[2] eine Eintheilung der Polyzoen vornahm, unterschied 2 sichere Gattungen und eine dritte zweifelhafte: *Sphaerozoum* — ohne Gehäuse, nackt oder mit Spikeln; *Collosphaera* (und die zweifelhafte *Siphonosphaera*) — mit Schale. Darauf theilte Häckel (**5**) die Abtheilung der koloniebildenden Radiolarien in 2 Familien, die den beiden Gattungen von Müller entsprechen. Die Sphaerozoida (ohne Gitterschale) wurden weiter in die beiden Unterfamilien Collozoida (Skelet fehlt ganz, *Collozoum*) und Rhaphidozoida (mit Spikeln, *Sphaerozoum* und *Rhaphidozoum*) eingetheilt. Die Collosphaerida (mit Gitterschale) umfassten die Gattungen *Collosphaera* und *Siphonosphaera*. Diese ausschliesslich auf Skeletverschiedenheiten basirte Eintheilung in mehrere Gruppen acceptirte Hertwig (**17**) nicht, sondern unterschied nur eine einzige Familie (Sphaerozoida). Ich schloss mich Hertwig in dieser Hinsicht an (**18**). Kurze Zeit darauf erschien Häckel's Entwurf eines neuen Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien (**19**). In demselben führt Häckel 4 neue Gattungen von Collosphaeriden an und erhebt die von ihm früher als Familien unterschiedenen beiden Gruppen zu Ordnungen, die Subfamilien zu Familien.

Wie aus der nachstehenden Uebersicht der verschiedenen Classificationsversuche ersichtlich ist, nehme ich jetzt Häckel's Eintheilung der Polyzoen in zwei Hauptgruppen an, jedoch mit dem Unterschiede, dass ich *Collozoum coeruleum* zu einer besonderen Gattung (*Myxosphaera*) erhebe und den Collosphaeriden beigeselle. Zu der Eintheilung in zwei Familien werde ich hauptsächlich durch die erheblichen Unterschiede bei der Anisosporen-Bildung veranlasst, die auch eine Entfernung der *Myxosphaera coerulea* von den Sphaerozoiden nothwendig macht.

---

1) Bestimmungstabelle s. am Schlusse dieser Arbeit.

2) Huxley's (**2**)*Thalassicolla punctata* umfasst die Species *Sphaerozoum punctatum*, *Collosphaera Huxleyi*, *Siphonosphaera tubulosa* und *Collozoum inerme* (?). Die wichtigsten Unterschiede dieser vermeintlichen »Varietäten« wurden von Huxley bereits klar erkannt.

Müller (3) 1858	Häckel (5) 1862	Hertwig (17) 1879	Brandt (18) 1881	Häckel (19) 1881	Brandt
	Fam. 1. *Sphaerozoida*	Eine Familie: *Sphaerozoida*	Eine Familie: *Sphaerozoida*	Ord. Syncollaria Fam. 1. *Collozoida*	Fam. 1. *Sphaerozoida*
Sphaerozoum 5 sp.	Subfam. 1. Collozoida				
	Collozoum 3 sp.		*Collozoum* 3 sp.	*Collozoum*	*Collozoum* 4 sp., 2 n.
	Subfam. 2. Rhaphidozoida			Fam. 2. *Sphaerozoida*	
	Sphaerozoum 4 sp.		*Sphaerozoum* 3 (oder 4 ?) sp.	*Sphaerozoum* *Rhaphidozoum*	*Sphaerozoum* 4 (oder 5) sp., 1 n.
	Rhaphidozoum 1 sp.				
	Fam. 2. *Collosphaerida*			Ord. Symbelaria Fam. *Collosphaerida*	Fam. 2. *Collosphaerida*
					Myxosphaera n. g., 1 sp.
				Subfam. 1. Acrosphaerida	
Collosphaera 2 sp.	*Collosphaera* 2 sp.		*Collosphaera* 2 sp.	*Collosphaera* *Acrosphaera* *Tribonosphaera*	*Collosphaera* 1 sp. *Acrosphaera* 1 sp.
(*Siphonosphaera* ? 1 sp.)	*Siphonosphaera* 1 sp.		(*Siphonosph.* ?)	*Siphonosphaera*	*Siphonosphaera* 2 sp., 1 n.
				Subfam. 2. Clathrosphaerida	
				Clathrosphaera *Xanthiosphaera*	

Ob und in welcher Weise bei den beiden Familien Unterabtheilungen zu machen sind, bleibt künftigen Untersuchungen des Weichkörpers und besonders auch der Entwicklungsvorgänge vorbehalten. Häufig ist die Kenntniss der Angehörigen beider Familien noch zu lückenhaft, als dass die Verwandtschaft der einzelnen Arten, geschweige denn der Gattungen festgestellt werden könnte. Ich nehme unter diesen Umständen auch Abstand davon, einen Stammbaum der Sphaerozoëen zu geben. Der von Häckel vorgenommenen Spaltung der Sphaerozoiden in die Collozoiden (ohne Skelet) und die Sphaerozoiden s. str. (mit Nadeln) kann ich nicht beitreten, da dem Vorhandensein oder Fehlen von Nadeln nur geringer Werth zur Feststellung der verwandtschaftlichen Verhältnisse beizumessen ist und manche Collozoen zu gewissen Sphaerozoen in näherer Beziehung zu stehen scheinen, als die Collozoen oder die Sphaerozoen unter einander.

In der nachfolgenden Tabelle gebe ich eine vorläufige Uebersicht der von Müller, Häckel und mir unterschiedenen Gattungen und Arten. Die Gründe für die von mir vorgenommenen Aenderungen werden unten an geeigneter Stelle angeführt werden. Hier sei nur erwähnt, dass ich von den neuerdings von Häckel aufgestellten 4 neuen Collosphaeriden-Gattungen nur eine im Golfe gefunden habe, und dass ich eine Spaltung der mit Nadeln versehenen Sphaerozoiden in die Gattungen *Sphaerozoum* und *Rhaphidozoum* vorläufig für unge-

rechtfertigt halte. Ausserdem habe ich im allgemeinen zu bemerken, dass Hertwig's Angabe, weder die Form und Grösse der Kolonien noch die Gestalt der Individuen sei von Bedeutung für die Bestimmung der Art, auf Irrthum beruht. Auch der Meinung Häckel's, dass die Art und Weise der Vertheilung der gelben Zellen für die einzelnen Arten nicht charakteristisch sei, kann ich mich nicht anschliessen.

Müller (3) 1858	Häckel (5) 1862	Brandt (18) 1881	Häckel (19) 1881	Brandt
Sph. punctatum Huxl. (emend. Müll.)	*Sph. punctatum* » *ovodimare* Hkl.	*Sph. punctatum*	*Sphaerozoum*	*Sphaerozoum punctatum* Huxl. (emend. Müll.)
				» *Häckeli* n. sp.
» *spinulosum* Müll.	» *spinulosum*	. . . ?		» *spinulosum* Müll.
	» *italicum* Hkl.	» *acuferum*		
» *acuferum* Müll.	*Rhaphid. acuferum* Müll sp.		*Rhaphidozoum*	» *acuferum* Müll.
		» *neapolit.* Brandt		» *neapolitanum* Brandt
» *inerme* Müll.	*Collozoum inerme* Müll. sp.	*Collozoum inerme*	*Collozoum*	*Collozoum inerme* Müll. sp.
	» *pelagicum* Hkl.	» *pelagicum*		» *pelagicum* Hkl.
				» *fulvum* n. sp.
				» *Hertwigi* n. sp.
	» *coeruleum* Hkl.	» *coeruleum*		*Myxosph. coerulea* Hkl. sp.
Siph. tubulosa Müll.	*Siphonosph. tubulosa*	?	*Siphonosphaera*	*Siphonosph. tubulosa* Müll.
				» *tenera* n. sp.
			Tribonosphaera Hkl.	
Collosph. Huxleyi Müll. » *ligurina* Müll.	*Collosph. Huxleyi*	*Collosph. Huxleyi*	*Collosphaera*	*Collosph. Huxleyi* Müll.
	» *spinosa* Hkl.	» *spinosa*	*Acrosphaera* Hkl. *Clathrosphaera* Hkl.	*Acrosphaera spinosa* Hkl.
			Xanthiosphaera Hkl.	

A. 1. Fam.: **Sphaerozoida.**

Die Sphaerozoiden unterscheiden sich von den Collosphaeriden hauptsächlich dadurch, dass bei der Bildung von Anisosporen die gruppenweise Anordnung der Kerne bis zur Bildung der Schwärmeranlagen bestehen bleibt, während sie bei den Collosphaeriden nur ganz kurze Zeit andauert, und dass Makro- und Mikrosporen in demselben Neste, bei den Collosphaeriden dagegen in verschiedenen gebildet werden[1]). Ausserdem kommt es

1) Genaueres s. oben p. 174.

bei mehreren (vermuthlich bei allen) Sphaerozoiden in jugendlichen Kolonien zur Bildung echter extracapsularer Körper, welche bei Collosphaeriden bisher niemals beobachtet werden konnten. Auf Grund dieser Unterschiede halte ich eine Trennung der beiden Familien für berechtigt, obwohl durchgreifende morphologische Verschiedenheiten bisher nicht festgestellt werden konnten. Die nachstehende Uebersicht der wichtigsten Unterschiede, welche die Angehörigen beider Familien in morphologischer Hinsicht darbieten, zeigt, dass kein einziger derselben eine scharfe Scheidung ermöglicht.

Sphaerozoiden	Collosphaeriden
Individuen nackt oder von Spikeln umgeben.	Individuen nackt oder mit Gitterschale.
Soweit bis jetzt bekannt ist, kommt nie Gallerte in den Vacuolen vor. Eine grosse Centralvacuole findet sich nur bei *C. fulvum*. [Ueber *C. Hertwigi* liegen keine ausreichenden Beobachtungen vor.]	Alle besitzen eine grosse mit Gallerte erfüllte Centralvacuole.
Eine Centralkapselmembran fehlt entweder selbst ausgewachsenen vegetativen Zuständen (*C. inerme*, *Sph. neapolitanum*) oder ist nur dünn (*C. fulvum*, *C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum*, *Sph. Häckeli*); derb ist sie nur bei *C. Hertwigi*. — Individuen meist mehr oder weniger abgeplattet.	Centralkapselmembran stets vorhanden, meist derb, nur bei *Siphonosph. tenera* zart. — Individuen stets kuglig, nie abgeplattet.
Assimilationsplasma vorhanden bei *Sph. neapolitanum*, *Sph. acuferum*, *C. inerme*, *C. fulvum*, fehlt bei den übrigen 4 Arten.	Assimilationsplasma nur bei *Siphonosph. tenera* vorhanden, aber in ganz anderer Weise vertheilt als bei Sphaerozoiden.
Bei Abtödtung mit Jodspiritus bleiben die Individuen aller Arten in Zusammenhang. [*C. Hertwigi* und *Sph. Häckeli* sind nicht oder nur ungenügend untersucht.]	In Jodspiritus zerfallen die Kolonien, ausser *Acrosph. spinosa* und *Siphonosph tenera*, die jedoch auch stark zusammenschrumpfen und ihre normale Form verlieren.
In Chromsäure zerfallen die Kolonien mit Ausnahme von *C. Hertwigi*, *C. fulvum* und *Sph. acuferum*. [Ueber *Sph. Häckeli* liegen keine Untersuchungen vor.]	Bei Abtödtung mit Chromsäure bleiben alle Kolonien der Form nach wohl erhalten.
Durch Sublimat wird die Gallerte von *C. pelagicum*, *Sph. punctatum*, *Sph. acuferum* und *Sph. neapolitanum* fixirt, von *C. inerme* und *C. fulvum* aufgelöst.	Die Gallerte aller Arten wird durch Sublimat sofort gelöst. [*Acrosph. spinosa* nicht untersucht.]

Was die Eintheilung der Sphaerozoiden in Gattungen anlangt, so hat Müller (**3**), wie bereits erwähnt, nur das Genus *Sphaerozoum* aufgestellt, während Häckel (**5**) 3 Gattungen unterschied: *Collozoum* (ohne Skelet), *Sphaerozoum* (mit einer Art von Spikeln) und *Rhaphidozoum* (mit zwei oder mehr Arten von Spikeln). Ich habe (**18**) die Einziehung der Gattung *Rhaphidozoum* Hkl. befürwortet, weil nach meinen Untersuchungen bei *Sph. punctatum* und *Sph. italicum* ebenfalls zuweilen 2 oder 3 ganz verschiedene Sorten von Nadeln vorkommen, und weil bei der grossen Variabilität der Kieselspicula eine sichere Unterscheidung auch nur von verschiedenen Species nach diesem Merkmale allein keineswegs immer möglich ist. In einer

späteren Arbeit (**19**) behält Häckel den Gattungsnamen *Rhaphidozoum* bei, bezeichnet aber damit die mit einfachen Nadeln versehenen Species. Die Begründung dieser veränderten Gattung bleibt abzuwarten; vorläufig ist nur die Verschiedenheit der Spikeln für die Diagnose der Gattung verwerthet.

Ich ziehe es vor, das Genus *Rhaphidozoum* nicht zu berücksichtigen und die Sphaerozoiden provisorisch in die Gattungen *Collozoum* und *Sphaerozoum* einzutheilen. Diese Trennung der Sphaerozoiden-Species in solche mit und solche ohne Spikeln ist jedoch eine künstliche. Bei *Sph. Häckeli* kommen nur ganz vereinzelte, und auch bei *Sph. neapolitanum* nur eine ziemlich geringe Anzahl von Nadeln vor, andererseits finden sich auch bei *C. fulvum* (?) und *C. Hertwigi* zuweilen einige Nadeln. Wie unnatürlich die bisher gebräuchliche Spaltung der Sphaerozoiden ist, geht ausserdem daraus hervor, dass verschiedene *Sphaerozoum*-Species zu gewissen *Collozoum*-Arten in näherer Verwandtschaft stehen als unter einander. Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss lassen sich 3 Gruppen von Sphaerozoiden unterscheiden:

1. *Sph. acuferum.* Individuen durch enorme Grösse und den Besitz mehrerer Oelkugeln ausgezeichnet. Assimilationsplasma vorhanden. Centralkapselmembran ziemlich zart. Sehr zahlreiche, einfache und vierschenklige Nadeln.
2. *Sph. neapolitanum*, *C. fulvum*, *C. inerme*[1]). Assimilationsplasma vorhanden. Centralkapselmembran fehlt oder ist ziemlich zart. Kerne in doppelter Lage (ausser *Sph. neapolitanum*). Skelet fehlt oder besteht aus vereinzelten, einfachen und »Punctatum«-Nadeln.
3. *Sph. punctatum*, *Sph. Häckeli*, *C. Hertwigi*, *C. pelagicum.* Assimilationsplasma fehlt. Centralkapselmembran vorhanden, zart oder derb. Kerne in einfacher Lage. Skelet fehlt entweder ganz, oder es sind vereinzelte oder zahlreiche »Punctatum«-Nadeln vorhanden. —

Die zweite Gruppe steht zur ersten in näheren Beziehungen als zur dritten. Die grosse Uebereinstimmung, welche die Angehörigen der zweiten Gruppe untereinander, und zwar besonders *C. fulvum* und *Sph. neapolitanum* zeigen, spricht — ebenso wie die Aehnlichkeit der in die dritte Gruppe gestellten Species unter einander — gegen die Trennung der skeletlosen und der mit Spikeln versehenen Arten. Ob sich diese »Gruppen« werden zu Gattungen erheben lassen, müssen spätere Untersuchungen lehren. Dabei wird voraussichtlich ein eingehendes Studium der in anderen Meeren vorkommenden Sphaerozoëen von grosser Bedeutung sein. Vorläufig sind die Untersuchungen über den Bau und den Verlauf der Schwärmerbildung noch zu lückenhaft, als dass es möglich wäre, die künstliche Eintheilung durch eine natürliche zu ersetzen. Ich behalte daher vorläufig die bisher gebräuchlichen Gattungsnamen bei und rechne zu *Collozoum* die im allgemeinen skeletfreien, zu *Sphaerozoum* die mit Spikeln versehenen Sphaerozoiden.

1) Möglicherweise gehört auch *Sph. spinulosum* dieser Gruppe an.

1. Gattung *Collozoum* Häckel (5) p. 522.

Thalassicolla punctata Huxley pro parte Huxley (2) p. 434.
Sphaerozoum Meyen pro parte Müller (3) p. 54.

Skelet fehlt meist vollständig und ist nur in seltenen Fällen durch vereinzelte Nadeln vertreten.

Die Gattung *Collozoum* errichtete Häckel (5) für »diejenigen gesellig verbundenen Radiolarien«, »welche sich durch völligen Mangel aller Hartgebilde von den nächstverwandten, mit Spicula versehenen Sphaerozoen, mit denen sie bis dahin verbunden waren, wesentlich unterscheiden.«

Meine Untersuchungen ergaben zunächst die Nothwendigkeit, eine der 3 von Häckel unterschiedenen *Collozoum*-Arten, nämlich *C. coeruleum*, von den übrigen zu trennen und zu den Collosphaeriden zu stellen[1]). Die übrig bleibenden 2 Arten und die beiden neuen *Collozoum*-Species haben nur einen gemeinsamen Charakter, — den meist völligen Mangel von Skelettheilen; im übrigen sind sie, wie die nachstehende Tabelle[2]) zeigt, so verschiedenartig wie nur möglich.

	Kolonie	Individuen	Centralkapselmembran	Assimilationsplasma	Kerne	Gelbe Zellen	Verhalten gegen Chromsäure
C. inerme	Wurstförmig, durch grosse Vacuolen gegliedert.	0,1-0,13mm. Oft unregelmässig.	Fehlt.	Vorhanden.	2 Lagen.	Zahlreich, fast alle im Pseudopodienmutterboden.	Gallerte wird aufgelöst. Individuen fallen aus einander.
C. fulvum	Kuglig, eine grosse Centralvacuole.	0,09—0,14 mm. Meist kuglig.	Zart.	Vorhanden.	2 Lagen.	Sehr zahlreich, fast alle im Pseudopodienmutterboden.	Kolonie verliert ihre Form.
C. pelagicum	Dünn wurstförmig, oft ausserordentlich lang, nie gegliedert.	0,8mm, meist kuglig. Oelkugel bräunlich. Pseudopodien dicke Strahlen.	Zart.	Fehlt.	1 Lage	Wenig zahlreich (meist 2—6 pro Individuum), alle an d. Individuen	Gallerte wird aufgelöst. Individuen fallen aus einander.
C. Hertwigi	Kuglig (ähnlich *Acrosph. spinosa*).	0,12—0,22 meist kuglig, oft auch ellipsoid oder nierenförmig	Derb.	Fehlt.	?	Zahlreich, alle an den Individuen.	Kolonie bleibt in der Form erhalten.

1) Die Gründe dafür s. unten »*Myxosphaera coerulea*«.

2) Die in der Uebersicht angegebenen Eigenschaften der einzelnen Arten beziehen sich in erster Linie auf »alt-vegetative« Stadien. — Wohin Müller's sehr flüchtig beschriebenes *Sph. bicellulare* gehört, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben (s. unten *C. inerme* und *Myxosph. coerulea*).

Ich kann nicht ein einziges Merkmal angeben, welches nur den *Collozoum*-Arten eigenthümlich ist, und kann daher die Gattung *Collozoum*, die ich provisorisch in dem bisherigen Sinne beibehalte, nicht als eine natürliche anerkennen. Das Fehlen der Nadeln bietet nicht, wie Häckel meint, einen »wesentlichen« Unterschied der *Collozoum*-Species von den Arten der Gattung *Sphaerozoum*; denn es giebt Sphaerozoen mit ganz vereinzelten Nadeln (*Sph. Häckeli*), und ferner kommen skeletlose Arten vor, die bestimmt nicht zu den Collozoen gehören (*Myxosphaera coerulea*).

Die angegebenen 4 *Collozoum*-Arten bezeichne ich als Species und lege den Verschiedenheiten, welche die Kolonien und die Individuen in ihrer Anordnung und Zusammensetzung während der vegetativen Periode darbieten, deswegen so grosse systematische Bedeutung bei, weil es mir gelungen ist, auch in den reproductiven Stadien erhebliche Unterschiede aufzufinden. Ich gab oben (p. 187) bereits an, dass die extracapsularen Körper jugendlicher *Collozoum*-Kolonien sich leicht unterscheiden lassen, und führte die Verschiedenheiten an, welche die einzelnen *Collozoum*-Species während der fructificativen Periode aufweisen (s. oben p. 156—158 und 165—168). Die bisher festgestellten Unterschiede der *Collozoum*-Arten während der reproductiven Entwicklungszustände sind folgende:

	Junge reproductive Zustände (mit extracapsularen Körpern).	Alte reproductive Zustände		
			a. Bildung von Isosporen	b. Bildung von Anisosporen
C. inerme	Fetttraube farblos, besteht aus grossen Tropfen.	Gelbe Zellen zerfallen bei der Schwärmerbildung.	Krystalle 0,008—0,01 mm lang, treten innen (oder zuweilen aussen?) von den Kernen auf. Isosporen 0,012.	Kleine Krystalle (0,0015—0,002 mm lang) vorhanden. Fetttrauben nie verzerrt.
C. fulvum	Fett farblos, in sehr geringer Menge.		Krystalle aussen gebildet, kleiner als bei *C. inerme*. Isosporen 0,009—0,010.	Keine Krystalle. Fettmasse verzerrt.
C. pelagicum	Fett gelb, in grossen Tropfen.	Gelbe Zellen bleiben erhalten bei der Schwärmerbildung.	Krystalle aussen, kleiner als bei *C. inerme*.	?
C. Hertwigi	?		?	Fettmasse verzerrt. Klumpen grösser als bei *C. fulvum*.

Ausser diesen 4 *Collozoum*-Arten und *Myxosph. coerulea* habe ich einige Exemplare skeletloser Sphaerozoëen bemerkt, die sich in keiner der bisher aufgestellten Species unterbringen lassen:

1. Ich beobachtete einige Kolonien, die im allgemeinen denen von *C. inerme* ähnlich waren, sich aber durch bedeutende Länge von diesen unterschieden (s. Taf. 1 Fig. 1). Eine Kolonie besass eine Länge von 50 mm und enthielt 43 grosse Vacuolen. Eine andere Kolonie war 73 mm lang, zeigte eine deutlichere Gliederung und enthielt 26 kuglige bis ellipsoide Vacuolen.

2. Zwei andere Qualster unterschieden sich von *C. inerme* durch die ausserordentlich tiefe Gliederung. Die eine Kolonie (Taf. 1 Fig. 11) besass bei einer Länge von 33 mm 8 grosse und eine kleine Vacuole, die einzelnen Glieder hingen nur durch schmale Gallertbrücken zusammen; die andere Kolonie enthielt 8 grosse und 2 kleine Vacuolen und war zwischen zwei grossen Vacuolen zu einem schmalen und ziemlich langen Faden verdünnt, der während der eintägigen Beobachtung nicht durchriss. Aehnliche rosenkranzförmige Kolonien sind wohl auch Häckel zu Gesicht gekommen.

3. Drei Kolonien, welche ich im Januar 1885 beobachtete, waren von etwa derselben (dünn wurstförmigen) Gestalt und Länge (40—50 mm) wie *C. pelagicum*, unterschieden sich aber dadurch von dieser Species, dass die Oelkugel stets farblos, nicht bräunlich war, dass die Nester nie eine regelmässig kuglige, sondern eine mehr oder weniger unregelmässige Gestalt besassen, dass keine dicken Pseudopodien vorhanden waren, und dass die gelben Zellen zwar grossentheils an, z. Th. aber auch zwischen den Nestern sich fanden. Wie bei *C. pelagicum* und *C. Hertwigi* fehlte das Assimilationsplasma gänzlich.

4. Eine wurstförmige Kolonie, die nur 6 mm lang und 1,5 mm dick war, enthielt ungefähr 30 oder 50 scharf umgrenzte kuglige Nester von 0,09—0,1 mm Durchmesser, die ganz schwach bläulich erschienen und eine sehr grosse Oelkugel (Durchm. 0,047 mm) sowie zahlreiche und ansehnliche Krystalle besassen. Der Mutterboden war nur schwach entwickelt, enthielt pro Individuum 6—10 unversehrte gelbe Zellen und bestand augenscheinlich nicht aus Assimilationsplasma.

5. In 2 kugligen, wahrscheinlich jungen Kolonien fanden sich Individuen, die nie eine regelmässig kuglige Gestalt aufwiesen und einen ziemlich ansehnlichen Pseudopodienmutterboden besassen (Taf. 4 Fig. 64). In den letzteren lagen die gelben Zellen und in einem Falle auch extracapsulare Körper mit einem mässig grossen Fettträubchen. Die Oelkugel der Nester war in beiden Qualstern von geringer Grösse. In der Gallerte fanden sich einige feinkörnige Plasmamassen, die in feine Spitzen ausgezogen waren und wahrscheinlich für die Vacuolenbildung von Bedeutung sind (vergl. oben p. 21).

6. Eine Kolonie, von der Taf. 2 Fig. 9 zwei Individuen dargestellt sind, zeichnete sich durch den Besitz sehr zahlreicher lebender Diatomeen (Taf. 2 Fig. 13) aus. Die Nester, welche denen von *Collozoum* 3 und *C. pelagicum* ähnlich waren, maassen 0,07—0,09 mm im Durchmesser, enthielten eine farblose Oelkugel von 0,023—0,03 mm Durchm. und besassen einen sehr schwach entwickelten Pseudopodienmutterboden ohne Assimilationsplasma. Die gelben Zellen befanden sich sämmtlich in der unmittelbaren Umgebung der Nester, die Diatomeen in der Gallerte und in den Pseudopodienbahnen. Ich habe im Ganzen 4 kleine

Kolonien mit sehr zahlreichen Diatomeen angetroffen (Januar bis März 1885). Die Nester stimmten in allen Fällen überein. Die eine der Kolonien war ringförmig; über die Gestalt der anderen liegen keine Notizen vor. Wenn ich mich recht erinnere, waren sie kuglig.

7) Im December 1879 fand ich eine Kolonie mit sehr weicher nachgiebiger Gallertsubstanz. Die Individuen waren sehr klein (0,04—0,06 mm) und wiesen eine sehr deutliche Centralkapselmembran auf. An einem Neste lag eine »Punctatum«-Nadel. Die gelben Zellen (0—6 pro Individuum) lagen sämmtlich dicht an den Individuen.

8) Zwei Kolonien, die ich im November 1879 erhielt, unterschieden sich schon in ihrer Gestalt von allen bekannten Sphaerozoëen. Sie waren dick walzenförmig, etwa 17 mm lang und 6 mm breit, besassen sehr weiche und völlig durchsichtige Gallerte und sehr zahlreiche grosse Vacuolen, die schon bei Betrachtung mit blossem Auge die Kolonie schaumig erscheinen liessen. Zwischen den Vacuolen befanden sich sehr kleine Individuen mit deutlicher, wenn auch zarter Membran und wenigen dicken Pseudopodien. Die gelben Zellen lagen fast sämmtlich den Nestern dicht an. Ein eigentlicher Pseudopodienmutterboden war nicht zu erkennen. Im Inneren der Kolonie bemerkte ich mehrere feinkörnige, in dünne Spitzen ausgezogene Plasmamassen, ähnlich denen von *Collozoum* 5. Spikeln fehlten in beiden Qualstern vollständig. —

Die im Vorstehenden kurz geschilderten Qualster sind leider zu mangelhaft untersucht worden, als dass sie mit Sicherheit als besondere Arten bezeichnet werden könnten. Die unter 1. und 2. angeführten Formen sind möglicherweise nur Varietäten oder Entwicklungszustände von *C. inerme*. Die übrigen 6 verschiedenen Qualster repräsentiren wohl besondere Arten. Dass sie nicht zu den bekannten Arten gehören, geht daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass sie von diesen in mehreren Punkten abweichen. Die Beobachtungen an allen genauer untersuchten Sphaerozoëen-Species haben mit Bestimmtheit ergeben, dass der Grösse, Form und Zusammensetzung der Individuen (Centralkapselmembran, Assimilationsplasma etc.), der Anordnung der Vacuolen und der gelben Zellen, der Gestalt der Kolonie etc. eine nicht unerhebliche Bedeutung für die Systematik dieser Organismen beizumessen ist.

Ich nehme jedoch von einer Benennung Abstand, da die Speciesdiagnosen zu unvollständig ausfallen würden, um die Arten danach sicher bestimmen zu können. Die unter 5. angeführten Kolonien sind unzweifelhaft Sphaerozoiden, da ich echte extracapsulare Körper bei ihnen constatiren konnte. Von den anderen jedoch vermag ich nicht anzugeben, ob sie zu *Collozoum* oder zu *Myxosphaera* gehören, da ich bei ihnen weder extracapsulare Körper noch in Anisosporen-Bildung begriffene Zustände beobachtet habe. Besonders bei den Formen 4. und 7. ist die Möglichkeit, dass sie Collosphaeriden sind, nicht ausgeschlossen; alle übrigen (3, 5, 6, 8) schliessen sich wohl *C. pelagicum* unter den bekannten Formen am meisten an.

1. *Collozoum inerme* Müller sp. (emend. Brandt)

(?) *Physematium vermiculare* Meyen (1) pro parte p. 163 Taf. 28 Fig. 4 *a*.
Thalassicolla punctata Huxley (2) pro parte p. 434.
Sphaerozoum inerme Müller (3) p. 54.
Collozoum inerme Häckel (5) pro parte p. 522 Taf. 35 Fig. 1—14.

Diagnose: Qualster wurstförmig, in älteren Entwicklungszuständen stets durch grosse Vacuolen mehr oder weniger deutlich gegliedert. Indivdiuen linsenförmig abgeplattet, selten von kreisrundem, meist unregelmässigem Contour. Kerne in 2 Lagen. Centralkapselmembran fehlt. Pseudopodienmutterboden sehr dick, aus Assimilationsplasma bestehend, enthält fast alle gelben Zellen[1]). —

Von allen übrigen (bisher näher studirten) Sphaerozoëen ist *C. inerme* durch die ausgeprägte Gliederung leicht zu unterscheiden. Am ähnlichsten ist in vieler Hinsicht *C. fulvum*; nach der Form der Kolonie, dem Vorhandensein oder Fehlen und der relativen Menge der gelben Zellen sind jedoch beide Arten mit Sicherheit zu trennen. Die Unterscheidung von den übrigen skeletlosen Species, die stets eine Centralkapselmembran, aber nie Assimilationsplasma besitzen, ist noch leichter. *C. pelagicum* ist an seinen dicken Pseudopodien und der Färbung der Oelkugel leicht zu erkennen; *C. Hertwigi* ist durch die derbe Centralkapselmembran und grosse, *Myxosph. coerulea* durch auffallend kleine Nester und eigenthümliche Anordnung der gelben Zellen ausgezeichnet.

C. inerme gehört zu den häufigsten pelagischen Thieren des Golfes und findet sich im ausgewachsenen (alt-vegetativen oder fructificativen) Zustande nur im Herbst (September bis November), in jugendlichen Stadien auch im Winter und Frühjahr. Genaueres s. oben p. 105 und Taf. 8. —

Collozoum inerme oder eine sehr ähnliche Art scheint schon von Meyen (1) beobachtet worden zu sein. Das eingeschnürte viergliedrige *Physematium vermiculare*, das er Taf. 28 Fig. 4a darstellt, kann recht gut als *C. inerme* gelten. — Ferner geht aus Huxley's Andeutungen (2 p. 434) hervor, dass er auch diese Art beobachtet hat. Er spricht von eingeschnürten Exemplaren und hebt ausdrücklich hervor, dass alle Varietäten von *Thalassicolla punctata* denselben Bau zeigen (a mass of cells united by jelly), dass aber bei vielen noch Spiculae oder eine Gitterschale die Zellen (Nester) umgeben. — Müller (3 p. 54) unterschied 2 skeletlose Arten. Die Diagnose für *Sphaerozoum inerme* n. sp. lautet: »ohne Spicula. Die grosse Zelle einfach;« — die für *Sph. bicellulare* n.: »ohne Spicula. Die grosse Zelle enthält regelmässig eine zweite Zelle eingeschachtelt.« Ausserdem macht Müller (p. 4, 5) noch folgende Angaben über diese Arten: »Von den Sphaerozoen ohne alle Kieselbildungen muss ich es für jetzt ungewiss lassen, ob sie eine eigene (*S. inerme* ?) oder gar mehrere eigene Arten bilden. Wenn die Arten

---

1) Vergl. die Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{2}{1}$ Taf. 5 Fig. 67*a*—*s*. (*l*—*n* alt-vegetativ, *a*—*k* Isosporen-bildend, *o*—*s* Anisosporen-bildend); $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 14; $\frac{50}{1}$ Schema Taf. 1 Fig. 18; Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$. Nach dem Leben Taf. 2 Fig. 17, 24, 15, Taf. 5 Fig. 22. Abgetödtet Taf. 4 Fig. 47, Taf. 5 Fig. 61. Assimilationsplasma Vergr. $\frac{1000}{1}$ Taf. 4 Fig. 56, 59; $\frac{500}{1}$ Taf. 4 Fig. 61, 62; Schema $\frac{500}{1}$ Isosporen-Bildung Taf. 5 Fig. 3, Anisosporen-Bildung Taf. 5 Fig. 27 etc.

mit verschiedener Gestalt der Spicula auch ohne Spicula vorkämen, so wären diese Exemplare gar nicht auf die Identität der Species mit den Spiculosen zu erkennen. Man findet die Sphaerozoen ohne Spicula mit sehr abweichenden Nestern, welche auf Entwicklungsstadien schwer zu deuten sind. Auffallend ist schon die langgezogene Form der Nester in manchen Meerqualstern ohne Spicula, während sie in anderen Fällen die gewöhnliche sphärische Form besitzen. Mehrmals sah ich eine Form von Meerqualster ohne Kieselbildungen, bei welcher jedes Nest aus 2 sehr durchsichtigen, in einander geschachtelten dünnwandigen Zellen bestand, von welchen die innere den bei *Sphaerozoum* gewöhnlichen Oeltropfen enthielt. Also ein *Sph. bicellulare* n. sp. (3, Taf. 8 Fig. 5), vergleichbar der auch bicellularen *Thalassicolla nucleata*. Die äussere Zelle des bicellularen *Sphaerozoum* hatte gegen $^1/_{30}$''' und enthielt in ihrem durchsichtigen Inhalt einzelne zerstreute Körnchen, von welchen aber eine ganze Lage die innere Zelle bedeckte. Letztere war um $^1/_3$—$^1/_2$ kleiner und hatte einen feinkörnigen trüben Inhalt.« —

Häckel (5 p. 522) giebt für *Collozoum inerme* folgende Diagnose: »Centralkapseln kuglig oder abgeplattet sphäroid, linsenförmig, seltener ellipsoid, niemals polygonal, farblos oder gelblich.« In der genaueren Beschreibung schildert Häckel zunächst die Form und Grösse der Kolonien. Die kleineren Qualster sind kuglig, die grösseren ellipsoid oder walzenförmig verlängert (oft 10 mal so lang als dick). Die Cylinderformen sind »entweder glatt oder durch seichtere oder tiefere Einschnürungen in eine Anzahl gleicher oder ungleicher, hinter einander liegender Glieder abgetheilt.« Die Länge der cylindrischen Qualster betrug oft 30—40, zuweilen sogar über 50 mm, während ihre Breite in der Regel nicht 5 mm überstieg. In einem Falle beobachtete er eine kranzförmige Kolonie von 20 mm Durchmesser mit 25 regelmässigen radialen Strictureu. — »Die Nester sind stets von rundlichem Umriss, niemals polygonale Scheiben oder polyedrische Körper, wie bei *C. pelagicum*«, sondern kuglig oder biconvex linsenförmig. »Durchmesser der kleineren Centralkapseln 0,025—0,05 mm, der grösseren 0,1—0,16 mm.« »Die Membran der Nester ist derb, häufig doppelt contourirt.« In der Mitte befindet sich meist ein grosser Oeltropfen, seltener fehlt derselbe oder es sind mehrere vorhanden. Der Centralkapselinhalt ist stets farblos oder leicht gelblich, nie mit blauen Pigmentkörnern gemischt, und lässt stets die wasserhellen Bläschen (Dm. 0,005—0,015, meist 0,01 mm), mit dunkeln Körnern besetzt, erkennen. Häufig sind sehr kleine Krystalle darin, bisweilen als eine dichte dunkle Schicht um den centralen Oeltropfen angehäuft, »doch niemals in solcher Masse, wie bei *C. coeruleum*, und niemals in solcher Grösse, wie bei *Collosphaera Huxleyi*.« — »Der Mutterboden, welcher die Centralkapseln umschliesst, ist von sehr wechselnder, meist aber ansehnlicher Dicke, selten nur eine sehr dünne Schleimschicht.« Zuweilen ist er so dick, dass er $^1/_3$ oder gar $^1/_2$ vom Durchmesser der Centralkapsel erreicht, »und es hatte in manchen Fällen täuschend den Anschein, als ob seine Oberfläche von einer besonderen Membran, gleich der Centralkapsel, umschlossen sei.« Man überzeugt sich aber »leicht durch geringen Druck auf das Object, dass eine besondere äussere Hüllmembran nicht existirt und dass die Körner und Bläschen leicht nach allen Richtungen hin mit den ausstrahlenden Pseudopodien zwischen die Alveolen heraustreten.« Der Vermuthung Häckel's, dass *Sph. bicellulare* ein *C. inerme* mit sehr dickem, scheinbar von einer Membran umschlossenem Mutterboden gewesen sei, kann ich mich nicht anschliessen; denn sonst hätte Müller die gelben Zellen zwischen die äussere und innere »Membran« zeichnen müssen, und nicht ausserhalb der Aussenmembran. Ich glaube eher, dass Müller's *Sph. bicellulare* vegetativen Individuen von *Myxosph. coerulea* oder vielleicht auch von *C. Hertwigi* entspricht (s. unten). — »Der Mutterboden von *C. inerme* enthält ausser den helleren Bläschen und dunkleren Körnern meistens eine beträchtliche Anzahl gelber Zellen, welche oft auch zwischen den einzelnen Nestern zahlreich zerstreut sind.« —

Endlich sind noch die Angaben Hertwig's (15 p. 12, 13, 16, 22, 41) zu erwähnen. »Das entwickelte *Collozoum inerme* bildet wie die übrigen Sphaerozoiden im frischen Zustand einen glasartig durchsichtigen Gallertklumpen von sehr wechselnder Form und Grösse. In der Mehrzahl der Fälle ist derselbe kuglig und kann dann bis zur Grösse einer Erbse heranwachsen, in anderen Fällen erscheint er eiförmig verlängert oder wurstförmig gestreckt; dann kann er die Länge von einem Zoll und darüber erreichen. Alle diese Unterschiede der Form und der Grösse sind von keinerlei Bedeutung und können weder zur Bestimmung der Art noch zur Charakteristik irgend einer Entwicklungsphase des *Collozoum* benutzt werden.« Die Centralkapselmembran ist meistentheils so dünn, dass man sie eben noch als eine zarte Linie zwischen extra- und intracapsularer Sarkode erkennt; in anderen Fällen kann sie sich aber verdicken und deutlich

doppelt contourirt erscheinen. Bei Härtung der Collozoen kann man sie gleichsam isoliren. Oelkugeln »sind nicht in allen Fällen entwickelt und fehlen namentlich in kleinen und somit wahrscheinlich jungen Centralkapseln. Dann und wann begegnet man Kolonien, bei denen die Mehrzahl der Centralkapseln noch keine Oelkugeln besitzt, während in einigen wenigen eine kleine Kugel offenbar seit Kurzem sich gebildet hat. Es ist dies ein Beweis für die Annahme, dass das Vorhandensein oder der Mangel von Oelkugeln für die systematische Charakteristik der Art von keinem Belang ist, eine Annahme, mit der auch Häckel (5 p. 523) übereinstimmt«. Der Mutterboden besitzt eine sehr wechselnde Mächtigkeit. Die Alveolen (Vacuolen) zeigen eine sehr verschiedene Grösse und Anordnung. »Entweder sind zahlreiche kleinere Alveolen oder Alveolen mittlerer Grösse durch die ganze Kolonie unregelmässig zerstreut, oder es finden sich einige wenige grosse Alveolen, um die dann die Centralkapseln sich gruppiren; besonders häufig beobachtet man eine einzige kugelförmige Alveole, welche nach aussen nur von einer dünnen Gallertlage umgeben ist und deren Oberfläche die Centralkapseln aufgelagert sind, als ob sie aufgeklebt wären.« — Individuen, in denen Schwärmer mit Krystallen zur Entwicklung kamen, besassen durchgängig eine kuglige, runde Gestalt, während langgestreckte Kapseln von etwas grösserem Durchmesser die zweite Schwärmerform ausbildeten. »Wenn dies nun auch keine systematisch verwerthbaren Merkmale sind, so müssen wir doch berücksichtigen, dass die systematische Unterscheidung so primitiver Formen mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Auch Häckel hat die 3 von ihm aufgestellten Arten von Collozoen nicht scharf zu unterscheiden vermocht, und ob sich die von ihm gemachten Unterschiede werden aufrecht erhalten lassen, ist mir sehr zweifelhaft.« —

Anknüpfend an die letzte Bemerkung Hertwig's, hebe ich zunächst hervor, dass in der That die von Häckel aufgestellten Unterscheidungsmerkmale nicht ausreichen, um die skeletlosen Polyzoen sicher zu bestimmen. In der Speciesdiagnose unterscheidet Häckel z. B. *C. inerme* und *C. coeruleum* nur nach dem Vorhandensein oder Fehlen von blassen Pigmentkörnern. Da aber auch bei *C. coeruleum* das Pigment nur während der fructificativen Periode vorhanden ist, so ist es nach dieser Diagnose unmöglich, die vegetativen Zustände zu bestimmen. Die Schwierigkeit, nach den von Häckel angegebenen Merkmalen die Collozoen zu unterscheiden, hat hauptsächlich darin ihren Grund, dass Häckel (und im Anschlusse an ihn auch Hertwig) unter dem Namen *C. inerme* mehrere Arten zusammengefasst haben. Zunächst erscheint es mir sehr wahrscheinlich, dass Häckel vegetative, pigmentfreie Zustände von *Myxosph. coerulea* als *C. inerme* gedeutet hat; denn lange wurstförmige ungegliederte Kolonien, wie er sie Taf. 35 Fig. 4 und 5 abgebildet, habe ich bei *C. inerme* nie beobachtet, wohl aber bei *Myxosph. coerulea.* Der Durchmesser der »kleineren Centralkapseln« (0,025—0,05 mm) ist ebenfalls für *C. inerme* viel zu gering, passt aber für *Myxosph. coerulea.* Ebenso ist es mit der Angabe, dass die Nester von *C. inerme* häufig kuglig sein, eine derbe Membran und zuweilen einen nur sehr dünnen Pseudopodienmutterboden besitzen sollen. Endlich ist die Vertheilung der gelben Zellen in manchen Fällen (z. B. 5 Taf. 35 Fig. 9) durchaus nicht die für *C. inerme* charakteristische, sondern ganz ähnlich der, welche ich unten für *Myxosph. coerulea* beschreiben werde. Es ist möglich, dass Häckel und Hertwig ausserdem noch andere skeletlose Sphaerozoëen, z. B. *C. fulvum* und einige der oben (p. 217, 218) angeführten Formen, als *C. inerme* gedeutet haben. — Unter den Formen, die Häckel unter dem Namen *C. inerme* vereinigt hat, wähle ich die häufigste und von Häckel bei der Speciesbeschreibung hauptsächlich berücksichtigte Art aus und bezeichne nur diese als *C. inerme.* Ich deutete oben (p. 161) bereits an, dass genauere Untersuchungen vielleicht zu einer weiteren Spaltung dieser

Species führen werden; denn ich sah bei der Isosporen-Bildung von *C. inerme* die Krystalle in den meisten Fällen auf der Innenseite der Kerne, zuweilen aber auch in sonst ähnlichen Individuen ausserhalb der Kerne auftreten. Bei den anderen Sphaerozoëen war die Art des Auftretens der Krystalle ganz constant, so dass man diesem Merkmal eine systematische Bedeutung zuschreiben muss. Dagegen erscheint mir aus den oben (p. 175—176) angeführten Gründen eine Trennung der Anisosporen- und Isosporen-bildenden Generation von *C. inerme* in 2 Arten, die noch von Hertwig für möglich gehalten wurde, völlig ausgeschlossen. —

Da ich die Jugendzustände bis kurz vor Abschluss meiner Beobachtungen nicht sicher von den anderen skeletlosen Formen unterscheiden konnte, so werde ich sie im Nachstehenden nicht berücksichtigen und nur die alt-vegetativen und die fructificativen Zustände beschreiben.

Die Kolonien sind wurstförmig und durch grosse Vacuolen mehr oder weniger deutlich gegliedert. Während des alt-vegetativen Zustandes, solange die Gallerte noch von sehr fester, fast knorpelartiger Consistenz ist, zeigt die Oberfläche der Qualster nur leichte Einkerbungen (Taf. 5 Fig. 67 *l*—*n*). Wenn jedoch bei Beginn des fructificativen Zustandes die Gallertsubstanz weicher und mehr schleimartig wird, hört entweder die Gliederung allmählich ganz auf wegen des gleichzeitigen Schwindens der Vacuolen (Isosporen-Bildung, Fig. 67*a*—*k*), oder sie wird — beim Erhaltenbleiben der Vacuolen — noch viel deutlicher als vorher (Anisosporen-Bildung, Fig. 67 *o*—*s*). Ringförmige vegetative Kolonien habe ich mehrfach beobachtet; in einem Falle hatte der Ring einen Durchmesser von 11 mm (Taf. 1 Fig. 21). Die wurstförmigen gegliederten Kolonien sind gewöhnlich 10—20 mm lang und 3 mm dick[1]). Die Vacuolen sind mit wässriger Flüssigkeit (nicht mit Gallerte) erfüllt; sie besitzen keine besondere Umhüllungshaut und sind in ihrer Form, Zahl und Grösse veränderlich. An ihrer Oberfläche befinden sich die Individuen, die linsenförmig abgeplattet sind und nur selten, z. B. bei der Isosporenbildung, einen regelmässig kreisförmigen, häufig aber einen ziemlich unregelmässigen Contour aufweisen. Zwischen ihnen befinden sich kleine Vacuolen. Im vegetativen Zustande erscheinen die Individuen makroskopisch als blassgelbliche Körner, während sie in Anisosporen-bildenden Kolonien deutlicher gelblich, in Isosporen-bildenden Qualstern dagegen kreideweiss aussehen. Blaues Pigment wurde nie beobachtet. Ebenso wenig sind bisher irgend welche Skelettheile in Kolonien von *C. inerme* gefunden worden. Eine Centralkapselmembran konnte ich in keinem Falle bei vegetativen oder Anisosporen-bildenden Individuen nachweisen, sondern nur an Individuen, die in Isosporen-Bildung begriffen waren. Die Kerne bilden eine doppelte Lage nahe der Oberfläche der Markmasse. Die Oelkugel ist farblos und besitzt ein Substrat, an dem sich in einem Falle (Taf. 1 Fig. 41) eine undeutliche Schichtung erkennen liess. Krystalle treten in beiden Generationen während des fructificativen Zustandes auf und sind in Isosporen 0,008—0,01 mm, in Anisosporen 0,001—0,002 mm lang.

1) Ich führte oben (p. 217 *Collozoum* 1 und 2) bereits an, dass ich zuweilen ungewöhnlich lange oder ausserordentlich tief eingeschnürte Kolonien beobachtet habe. Es ist zweifelhaft, ob sie in den Entwicklungskreis von *C. inerme* gehören.

Die Rindensubstanz setzt sich aus Assimilationsplasma, das zum grössten Theil (als »Mutterboden«) die Markmasse unmittelbar umgiebt und schon in jungen Kolonien nachweisbar ist, und dem Pseudopodienplasma zusammen. In beiden Substanzen konnte ich zuweilen blasse Körnchen in geringer Zahl wahrnehmen. Der Mutterboden ist von erheblicher Dicke und ist nach aussen oft so scharf und regelmässig umgrenzt, dass man glauben könnte, er sei von einer Membran umgeben. Wie jedoch schon Häckel nachgewiesen hat, ist dies nicht der Fall. Die Pseudopodien sind fein und bilden ein dichtes Netz. Die gelben Zellen sind zahlreich, liegen fast sämmtlich im Mutterboden (Assimilationsplasma) und gerathen nur selten und ganz vereinzelt in die Pseudopodienbahnen. Während der Fructification ihrer Wirthe, besonders bei der Isosporen-Bildung, werden sie sehr erheblich verändert (Taf. 2 Fig. 26) und gehen anscheinend zu Grunde.

Von reproductiven Zuständen wurde sowohl die Bildung extracapsularer Körper (s. p. 187) als die von Isosporen und Anisosporen (p. 156 und 165) constatirt. — Bei Abtödtung mit Jodspiritus (bezw. reinem Alkohol) oder mit Ueberosmiumsäure bleiben die Individuen im Zusammenhang; die Kolonie behält ihre Form. Dagegen löst sich in Chromsäure und Sublimat die Gallerte alter Kolonien stets auf, so dass die Individuen aus einander fallen.

Maasse: Die wurstförmigen gegliederten (alt-vegetativen oder fructificativen) Kolonien 10—20 mm lang, 3 mm dick; grösster Durchmesser der Individuen 0,1—0,13 (0,09—0,17); Oelkugel 0,03—0,04 (0,027—0,045) mm; der Durchmesser der Oelkugel verhält sich zu dem des Nestes wie 1 zu 2,8 (2,5—3); Länge der Isosporen 0,012 mm, der Makrosporen 0,011—0,012 mm; Breite derselben 0,0085 mm.

Fundorte: An der französischen Mittelmeerküste Müller (**3**); Neapel, Messina sehr häufig Häckel (**5**); Villafranca Häckel (**7**); Neapel Stuart (**11**); Neapel, Messina Cienkowski (**14**); Ajaccio, Nizza häufig Hertwig (**15**); Neapel (im September und October in grossen Schwärmen) Brandt.

2. *Collozoum fulvum* n. sp.

? *Collozoum inerme* Müll. sp. pro parte Häckel (**5**), Hertwig (**15**)[1]).

Diagnose: Qualster kuglig oder ellipsoid mit einer grossen oder mehreren kleineren Vacuolen. Individuen fast kuglig, wenig abgeplattet, von kreisförmigem Contour. Centralkapselmembran zart. Assimilationsplasma vorhanden. Kerne in 2 Lagen. Gelbe Zellen ausserordentlich zahlreich, im Mutterboden gelegen[2]).

1) Die Angaben von Häckel und Hertwig über *C. inerme* beziehen sich wohl theilweise auf *C. fulvum*. So erwähnt z. B. Hertwig, dass die von ihm beobachteten Exemplare häufig kugelförmig gewesen sind und nur eine grosse Vacuole besessen haben, dass an den Individuen sich eine Centralkapselmembran nachweisen liess etc. (sp. 221.)

2) Vergl. die Abbildungen: Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 2 Fig. 7. 8, Taf. 5 Fig. 35, abgetödtet Taf. 4 Fig. 34, Schema Taf. 6 Fig. 21; Assimilationsplasma $\frac{1000}{1}$ Taf. 4 Fig. 54; Isosporen $\frac{1000}{1}$ Tafel 5 Fig. 6; Extracapsulare Körper $\frac{1000}{1}$ Taf. 6 Fig. 11.

Collozoum fulvum unterscheidet sich von *C. inerme* durch die Form der Kolonie, durch die sehr geringe Abplattung und regelmässige Gestalt der Individuen, durch das Vorhandensein einer Centralkapselmembran und durch die bedeutende Menge der gelben Zellen. Den übrigen skeletlosen Sphaerozoëen gegenüber ist *C. fulvum* durch den Besitz von Assimilationsplasma und durch den Reichthum an gelben Zellen ausgezeichnet. Schwieriger ist die unten (s. *Sphaerozoum*) zu besprechende Abgrenzung von gewissen *Sphaerozoum*-Arten. Dass *C. fulvum*, welches ich anfangs für eine Varietät von *C. inerme* gehalten hatte, eine besondere Species bildet, zeigen die wichtigen Unterschiede, die es während des reproductiven Zustandes anderen Species gegenüber darbietet.

C. fulvum fand sich vereinzelt in den Monaten October, Januar, Februar, April und Mai; ausserdem wurde es im März (1885) und April (1884) in grösserer Anzahl in den *Acrosphaera*-Schwärmen beobachtet (vergl. oben p. 107, 112, 125 [2. April 1884] und Taf. 8). —

Die Kolonien sind im alt-vegetativen und fructificativen Stadium kuglig oder (seltener) ellipsoid; sie sind nie durch grosse Vacuolen gegliedert und besitzen einen Durchmesser von 1,5—4 mm. Von Vacuolen ist entweder (und zwar in kugligen Kolonien) nur eine einzige grosse vorhanden, an deren Oberfläche die Nester liegen, oder mehrere kleinere (in ellipsoiden, seltener in kugligen Kolonien). Im letzteren Falle befinden sich auch im Innern der Kolonie einzelne Individuen. In keinem Falle liess sich Gallerte in den Vacuolen nachweisen. Spikeln fehlen in den meisten Qualstern vollständig. In einzelnen Kolonien beobachtete ich einige Nadeln, doch bin ich nicht sicher, ob die Qualster zur Species *C. fulvum* gehörten (s. unten *Sphaerozoum*). Die Individuen sind sphäroid, nur wenig abgeplattet und scharf umgrenzt. Die Centralkapselmembran ist zart und schwer mit voller Bestimmtheit nachzuweisen. In jungen reproductiven Individuen bemerkte ich feine glänzende und blassere Körnchen, in vegetativen Nestern zahlreiche feine glänzende Körnchen durch die Marksubstanz vertheilt. Die Kerne sind in vegetativen Zuständen schon in lebenden Nestern deutlich zu erkennen und bilden, wie bei *C. inerme*, eine doppelte Lage. Die Oelkugel ist farblos und besitzt ein schwach doppeltbrechendes Substrat, das auf Schichtung noch nicht untersucht ist. Blaues Pigment wird bei der Fructification niemals gebildet. Krystalle scheinen nur bei der Isosporen-, nicht bei der Anisosporen-Bildung producirt zu werden.

Die Rindensubstanz setzt sich, wie bei den auch sonst ähnlichen Species *C. inerme*, *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum*, aus Assimilations- und Pseudopodienplasma zusammen. Ersteres bildet vorzugsweise den Mutterboden, der im allgemeinen weniger dick ist als bei *C. inerme*, letzteres die Pseudopodien, welche stets fein sind und in vegetativen Zuständen keine Sarkodekörner erkennen lassen. Die gelben Zellen finden sich in so bedeutender Zahl (20 und mehr pro Individuum), dass die Nester, an denen sie fast ausschliesslich liegen, dicht von ihnen bedeckt sind und gelbbraun erscheinen (daher der Speciesname). Während der Schwärmerbildung des Wirthes werden die Algen zerstört.

Von reproductiven Zuständen sind Bildung von extracapsularen Körpern (s. p. 191), von Iso- und Anisosporen mit Sicherheit constatirt worden (p. 158 und 167). —

Gegen Abtödtungsmittel verhalten sich die Qualster wie die von *C. inerme*, nur fallen bei Behandlung der Kolonien mit Chromsäure die Individuen nicht, wie bei jener Species, aus einander, sondern bleiben in losem Zusammenhange; die Kolonien verlieren jedoch ihre ursprüngliche Gestalt (s. oben p. 11).

Maasse: Durchmesser kugliger Kolonien 1,5—4 mm; Individuen 0,12 (0,09—0,14) mm, Oelkugeln 0,038 (0,034—0,042) mm Durchmesser. Verhältniss beider gleich 1 zu 2,8—3,3.

Fundort: Neapel, ziemlich selten.

3. *Collozoum pelagicum* Häckel[1]).

C. pelagicum Häckel (5) p. 525 Taf. 32 Fig. 4, 5.

Diagnose: Qualster dünn wurstförmig, oft ausserordentlich lang. Individuen ziemlich klein, meist kuglig, mit zarter Centralkapselmembran, einfacher Lage von Kernen und gelbbrauner Oelkugel. Assimilationsplasma fehlt. Pseudopodien dicke Strahlen. Gelbe Zellen wenig zahlreich, an den Individuen[2]).

Collozoum pelagicum ist von den übrigen skeletlosen Polyzoen durch die Gestalt der Kolonie, die es nur mit *Collozaum* 3 (s. oben p. 217) und gewissen Zuständen von *Myxosph. coerulea* theilt, durch die gelbbraune Färbung der Oelkugel, welche sonst nur bei *Acrosph. spinosa* beobachtet wurde, und den Besitz sehr dicker Pseudopodien ausgezeichnet. Ein recht wichtiges und leicht verwerthbares Unterscheidungsmerkmal gegenüber den beiden bisher geschilderten *Collozoum*-Arten besteht im Mangel des Assimilationsplasmas.

Ich fand *C. pelagicum* im Golfe von Neapel nur selten und stets in vereinzelten Exemplaren vom September bis zum Mai (s. oben p. 107 und Taf. 8). —

Bisher sind nur von Häckel (5 p. 525) Angaben über *C. pelagicum* gemacht worden. Die Diagnose lautet: »Centralkapseln polyedrisch oder abgeplattet polygonal, farblos oder gelblich.« Obwohl diese »sehr feine und blasse Form« durch mehrere Eigenthümlichkeiten sehr von allen anderen Sphaerozoiden abweicht, ist es Häckel doch »zweifelhaft, ob sie eine eigene Species, oder nicht vielleicht nur ein eigenthümlicher Entwicklungszustand der beiden vorigen, oder vielleicht auch anderer Arten ist; in diesem Falle sind jedoch die verbindenden Zwischenstufen noch unbekannt.« Vor allen anderen Polyzoen ist *C. pelagicum* durch die eckige Form der Centralkapseln, durch den »constanten Mangel der intracapsularen Oelkugeln« und durch die ausserordentliche Zartheit der Qualster ausgezeichnet. »Alle beobachteten Qualster waren todt, sehr zarte und weiche, fadenförmig verlängerte Gallertcylinder, welche bei ?—4 mm Breite, 30—40 mm Länge erreichten«. Die Nester waren sehr klein und verhältnissmässig weit von einander entfernt. Die vieleckigen Contouren der Kapseln scheinen für *C. pelagicum* ganz charakteristisch zu sein; sie gingen niemals in die kugligen oder verschiedenartig abgerundeten Formen der beiden anderen *Collozoum*-Species über. Der Durchmesser betrug 0,02—0,08 mm. Ihre Membran »erschien stets ausnehmend zart und dünn«. Der Kapselinhalt war immer sehr blass und farblos; Krystalle,

1) Wie ich unten (p. 226) zeigen werde, ist es zweifelhaft, ob die von mir in dieser Arbeit als *C. pelagicum* Hkl. beschriebene Form nicht eine neue Species (*C. radiosum*) repräsentirt.

2) Vergl. die Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{2}{1}$ Taf. 1 Fig. 10, Vergr. $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 33; Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 2 Fig. 3, 23, abgetödtet Taf. 4 Fig. 36, 38; Isosporen-Bildung Schema Vergr. $\frac{500}{1}$ Taf. 5 Fig. 8; Krystalle $\frac{1000}{1}$ Taf. 4 Fig. 37.

Pigment und Oelkugeln wurden nie darin beobachtet. Die Oelkugeln »fehlten bei allen Exemplaren innerhalb der Nester, waren aber dafür constant zwischen denselben in dem Alveolenkörper zerstreut. Gewöhnlich war die Zahl der extracapsularen Oelkugeln derjenigen der Nester ungefähr gleich, ihr Durchmesser etwa halb so gross, der Fettglanz weniger stark, als bei den gewöhnlichen intracapsularen Fetttropfen. Auch die gelben Zellen fanden sich immer allenthalben zwischen den Nestern zerstreut«, so dass etwa 2—6 auf jedes Nest kamen; »niemals sah ich sie, wie es bei den anderen Polyzoen gewöhnlich der Fall ist, in dem Mutterboden rings um die Nester angehäuft. Der Mutterboden selbst war in der Regel eine sehr dicke, trübe, feinkörnige und mit hellen Bläschen durchsetzte Schleimschicht, welche besonders reichlich an den Ecken der polyëdrischen Kapseln angehäuft war, so dass dadurch dieselben oft fast sternförmig ausgezogen erschienen. Die davon ausstrahlenden Sarkodeströme verästelten sich vielfach und verbanden sich untereinander zu einem sehr feinen Netz, dessen Anastomosen zwischen den zarten Alveolen des Qualsters sehr deutlich sich verfolgen liessen.« —

Ob die von mir beobachtete Form, deren Diagnose ich oben mitgetheilt habe und die ich unten näher beschreiben werde, mit Häckel's *C. pelagicum* identisch ist, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben. Dagegen spricht, dass in den von Häckel beobachteten Exemplaren der Pseudopodienmutterboden dick, die Nester polyedrisch waren, und dass die gelben Zellen nie rings um die Nester angehäuft, sondern stets zwischen den Individuen zerstreut waren. Weder für noch gegen die Identität der von Häckel und der von mir beobachteten Formen spricht die geringe Grösse der Nester, der Mangel intracapsularer Oelkugeln, der Krystalle und des Pigmentes, die Feinheit der Centralkapselmembran und die »ausserordentliche Zartheit der Qualster«. Aus den Schilderungen Häckel's geht hervor, dass er nur jugendliche Kolonien gesehen hat, die z. Th. wohl extracapsulare Körper enthielten. Für extracapsulare Körper halte ich wenigstens die »extracapsularen Oelkugeln« nach den Angaben Häckel's; allerdings steht die (wohl etwas schematisirte) Fig. 4 (Taf. 32) mit dieser Deutung in Widerspruch. Für die Identität sprechen die dicken strahlenförmigen Pseudopodien, die auch Häckel in seinen Figuren (4 und 5 der Taf. 32) wiedergiebt, sowie die dünn wurstförmige Gestalt der Kolonie.

Die oben als *Collozoum* **3** (s. p. 217) bezeichnete Form hat mit *C. pelagicum* im Sinne Häckel's noch mehr Eigenschaften gemeinsam: die Form der Kolonie, die unregelmässige Gestalt und die Kleinheit der Nester und ausserdem die Weise der Vertheilung der gelben Zellen. Sollten weitere Untersuchungen ergeben, dass *Collozoum* **3** oder eine andere von mir nicht beobachtete Form, das echte *C. pelagicum* Häckel's ist, so möchte ich für die hier als *C. pelagicum* beschriebene Art den Namen *C. radiosum* vorschlagen.

Eine besondere Art repräsentirt die hier *C. pelagicum* genannte Form sicher insofern, als ich die Bildung von extracapsularen Körpern und die von Isosporen nachweisen konnte, und als diese reproductiven Zustände sich von denen der anderen Arten verschieden verhalten.

Die Kolonien waren in allen Fällen langgestreckt cylindrisch, niemals kuglig. Sehr jugendliche Kolonien (jung-vegetative Zustände) sind von geringer Grösse und entweder, wie die späteren Entwicklungszustände, mit kleinen oder mit nur wenigen grossen Vacuolen versehen. Im letzteren Falle kann es vorkommen, dass die Kolonie eine ähnliche Gliederung aufweist, wie ein alt-vegetativer Qualster von *C. inerme*. Eine kleine (nur 3 mm lange) Kolonie

z. B. war seinen 3 grossen Vacuolen entsprechend an der Oberfläche eingekerbt, verhielt sich aber sonst ganz wie ein echtes *C. pelagicum*, so dass eine Verwechselung mit *C. inerme* nicht möglich war. Auch die mit extracapsularen Körpern versehenen Kolonien sind noch von geringer Grösse. Dagegen sind diejenigen Qualster, welche ich als alt-vegetative deute, von ganz ausserordentlicher Länge (bis 150 oder gar 260 mm) bei verhältnissmässig sehr geringer Dicke (1—2 mm). Die Individuen solcher Kolonien sind noch klein, mit wenigen Kernen versehen und denen der jung-vegetativen Kolonien sehr ähnlich. Es ist nicht wahrscheinlich, dass normaler Weise wiederholte Theilungen dieser langen Qualster eintreten. Ich fand wenigstens wiederholt in Isosporen-Bildung begriffene Kolonien, die 120—150 mm lang waren. Wenn ich auch andererseits fructificative Kolonien (oder alt-vegetative mit ausgewachsenen vielkernigen Individuen) beobachtete, die nur 45, 50 oder sogar nur 8 oder 10 mm lang waren, so hat dies wohl darin seinen Grund, dass die Kolonien wegen ihrer bedeutenden Länge bei sehr geringer Dicke und wegen der weichen Consistenz ihrer Gallertsubstanz leicht zerreissen. Die gleichaltrigen langen und kurzen Kolonien stimmten so vollständig im Bau und in der Vertheilung der Nester etc. überein, dass ich die Längenverschiedenheit nur als eine zufällige ansehen kann. — Die alt-vegetativen und fructificativen Qualster enthalten fast immer kleine Vacuolen (Taf. 1 Fig. 33), selten grössere (Taf. 1 Fig. 10). Eine Gliederung tritt im letzteren Falle nie ein. Die jüngeren alt-vegetativen Kolonien (mit kleinen, wenigkernigen Individuen) besitzen in der Regel nur vereinzelte kleine Vacuolen; bei ihnen liegen die Individuen grösstentheils in der Längsachse der Kolonie. Spikeln habe ich in den Qualstern von *C. pelagicum* niemals bemerkt. — Die Individuen sind in alt-vegetativen und fructificativen Exemplaren fast stets kuglig oder an zwei gegenüberliegenden Polen leicht abgeplattet. In jung-vegetativen oder mit extracapsularen Körpern versehenen Qualstern dagegen sind sie weniger regelmässig contourirt und häufig abgerundet polyedrisch. Der Durchmesser der wenigkernigen Nester beträgt 0,045—0,07, der der vielkernigen 0,07—0,08 (selten 0,09—0,1) mm. Die Centralkapselmembran, die im Leben nicht immer sicher zu erkennen ist, ist sehr zart und lässt sich an den ausgewachsenen Individuen durch Chlorzinkjod oder Salzsäure nachweisen. Die Marksubstanz enthält in vegetativen Zuständen sehr zahlreiche feine, glänzende Körnchen, dagegen keine Granula, sobald die Krystallbildung begonnen hat. Die Kerne liegen in einfacher Schicht. Die Oelkugeln enthalten stets blassbräunlich oder bräunlichgelb gefärbtes Fett; auch die Fetttrauben der extracapsularen Körper sind in dieser Weise gefärbt. Pigment wird bei der Isosporen-Bildung nicht ausgeschieden. Die Krystalle (0,006 mm lang) werden auf der Aussenseite der Kernschicht gebildet.

Die Rindenschicht lässt nur in seltenen Fällen vereinzelte blasse Körner erkennen und enthält kein Assimilationsplasma. Bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure bleibt das Plasma farblos; nur die Oelkugel reducirt das Osmium. Die Pseudopodien gehen fast sämmtlich als dicke kegelförmige Strahlen von dem Mutterboden aus, halten gewöhnlich die radiale Richtung genau ein und verzweigen sich erst in beträchtlicher Entfernung vom Individuum zu einem Netz von feinen Fäden. Zuweilen zieht sich die Marksubstanz ein kurzes Stück in

die Basis der conischen Pseudopodien hinein. Bei mechanischer oder chemischer Reizung werden die Pseudopodien schnell eingezogen. Der vorher kaum erkennbare Mutterboden erreicht dann eine beträchtliche Dicke. Ein sehr feinkörniges »Vacuolenplasma« bemerkte ich zuweilen in sehr jugendlichen Kolonien, von denen ich aber nicht ganz sicher bin, ob sie zu *C. pelagicum* gehörten. (Die charakteristisch gefärbte Oelkugel fehlte ihnen noch gänzlich.) Die gelben Zellen sind wenig zahlreich (etwa 2—6 pro Individuum) und finden sich in älteren Kolonien fast ausschliesslich an den Nestern. In sehr jugendlichen Qualstern ist diese regelmässige Anordnung noch nicht erkennbar. Nach dem Zerfall ihrer Wirthe in Isosporen bleiben sie lebend zurück.

Von reproductiven Zuständen wurden bisher nur die Isosporen-Bildung (p. 158) und die Bildung extracapsularer Körper (p. 187) beobachtet.

Aehnlich wie bei *C. inerme* ist auch bei *C. pelagicum* die Abtödtung in Jodspiritus sehr gut, die in Chromsäure dagegen gar nicht geeignet, die Kolonien im Zusammenhange zu erhalten. Die mit Ueberosmiumsäure fixirten Individuen lassen sich gut untersuchen, da nicht, wie bei *C. inerme* und *C. fulvum*, eine Schwärzung des Mutterbodens stattfindet. Durch Behandlung mit Sublimat wird die Form der Kolonie nicht verändert.

Maasse: Alt-vegetative oder fructificative Kolonien 8—260 mm lang, 0,7—2,5 (meist 1—2) mm dick. Individuen jung 0,04—0,07, alt 0,07—0,08, selten mehr (bis 0,1) mm. Oelkugel 0,034 (0,027—0,04) mm. Ihr Durchmesser verhält sich zu dem der Nester wie 1 zu 2,2—2,9.

Fundort: [Messina ziemlich häufig, doch viel seltener als *C. inerme* und *C. coeruleum* Häckel (**5**)]. Neapel selten, einzeln.

4. *Collozoum Hertwigi* n. sp.

Diagnose (nach 2 in Anisosporen-Bildung begriffenen Exemplaren): Qualster kuglig, sehr ähnlich *Acrosph. spinosa*, ohne Skeletbildungen oder mit ganz vereinzelten »Punctatum«-Nadeln. Individuen kuglig, seltener ellipsoid oder nierenförmig, stets regelmässig contourirt. Centralkapselmembran derb. Assimilationsplasma fehlt, Vacuolenplasma vorhanden. Pseudopodien spärlich. Gelbe Zellen zahlreich, an den Nestern.

Diese eigenthümliche Species, die ich zu Ehren des ausgezeichneten Radiolarienforschers Richard Hertwig benenne, unterscheidet sich von den übrigen Sphaerozoiden in so auffallender Weise, dass ich sie wegen ihrer Aehnlichkeit mit *Acrosphaera* eher für eine Collosphaeride gehalten hätte, wenn nicht die Art und Weise der Anisosporen-Bildung zwänge, sie zu den Sphaerozoiden zu stellen. Durch die Grösse der Nester, durch das Vorhandensein einer Centralkapselmembran und durch das Fehlen von Assimilationsplasma unterscheidet sich die Art hauptsächlich von den übrigen skeletlosen Sphaerozoëen. Eigenthümlich ist das zeitweilige Vorkommen vereinzelter Spikeln. —

Die beiden Kolonien, welche ich beobachtet habe, waren kuglig und klein und

zeigten grosse Aehnlichkeit mit *Acrosph. spinosa*. Der Abstand der Individuen von einander und die Grösse derselben war in beiden Arten übereinstimmend. In einer Kolonie fand sich eine feine Punctatum-Nadel. Die Individuen, welche in beiden Fällen in der Ausbildung von Anisosporen begriffen waren, besassen meist eine kuglige, theilweise auch eine ellipsoide oder nierenförmige Gestalt und wiesen eine derbe Centralkapselmembran auf, die sich, ebenso wie bei *Myxosph. coerulea*, durch Behandlung mit Säuren leicht demonstriren liess. Die Oelkugeln waren stets farblos, die Fettmassen der intracapsularen Anlagen in eigenthümlicher Weise verzerrt. — Der Pseudopodienmutterboden war sehr dünn und enthielt kein Assimilationsplasma; dagegen war feinkörniges »Vacuolenplasma« in beiden Kolonien deutlich nachweisbar. Die Pseudopodien waren auffallend spärlich vertreten. Die gelben Zellen waren vollkommen intact und lagen in grosser Anzahl dicht an den Nestern. —

Von reproductiven Zuständen wurde nur Anisosporen-Bildung constatirt. Die Klumpen (intracapsularen Anlagen) mit den verzerrten Fetttrauben fielen wegen ihres sehr starken Lichtbrechungsvermögens und ihrer beträchtlichen Grösse auf (Taf. 5 Fig. 38). — Die Kolonien liessen sich, ohne die Form zu verändern, in Chromsäure abtödten.

Maasse: Kolonie 2—3 mm; Individuen 0,12—0,22 mm Durchmesser.

Fundort: Neapel, sehr selten.

2. Gattung *Sphaerozoum* Meyen.

Sphaerozoum Meyen (1) p. 163.
Thalassicolla punctata Huxl. pro parte Huxley (2).
Sphaerozoum Meyen pro parte Müller (3) p. 54.
Sphaerozoum Meyen + *Rhaphidozoum* Hkl. Häckel (5) p. 525—530.
Sphaerozoum Meyen Brandt (18) p. 390.
Sphaerozoum Meyen + *Rhaphidozoum* Hkl. Häckel (19) p. 472. (26) p. 28.

Skelet stets vorhanden, besteht aus zahlreichen Nadeln, die unter einander nicht verbunden sind und meistens die Individuen tangential umlagern.

Den Namen *Sphaerozoum* stellte Meyen (1 p. 163) für eine »Palmellarien«-Gattung auf, die er folgendermaassen beschreibt: »Freischwimmende, kugelförmige, schleimig-gallertartige Massen, die im Innern aus Kugeln zusammengesetzt sind, welche wiederum aus Bläschen bestehen. Diese Gattung ist gleichsam ein kugelförmiges Aggregat von Individuen unserer Physematien. Im Innern der Gallerte, welche die einzelnen Kugeln umschliesst, findet eine Ablagerung von Krystallen statt, die wahrscheinlich aus reiner Kieselerde bestehen. Die Bewegung geschieht durch Contraction der Oberfläche«. Von dieser Gattung bemerkte Meyen in der chinesischen See grosse Mengen einer Art, die Müller's *Sph. punctatum* nahe steht, *Sph. fuscum* Meyen (s. unten p. 233). — Huxley (2) schildert und bildet ab als eine Varietät seiner *Thalassicolla punctata* Formen, die der später von Müller *Sph. punctatum* genannten Art sehr ähnlich sind. — Im Sinne Müller's (3 p. 54) umfasst die Gattung *Sphaerozoum* die zusammengesetzten Radiolarien »ohne Gehäuse nackt oder mit Spicula«. Er unterscheidet 5 Arten, von denen 3 mit Nadeln versehen, die übrigen nackt sind: *Sph. punctatum, acuferum, spinulosum, inerme* und *bicellulare*. — Häckel (5 p. 521 u. ff.) beschränkt den Gattungsnamen *Sphaerozoum* auf diejenigen Arten, »bei denen jede Centralkapsel von einem Hofe von Spicula umgeben ist und bei denen diese Spicula alle von einerlei Gestalt sind. *Sphaerozoum acuferum*, dadurch sehr ausgezeichnet, dass zweierlei Formen von Spicula jede Centralkapsel umgeben«, erhebt er zum Repräsentanten einer besonderen Gattung: *Rhaphidozoum*. Er unterscheidet folgende Arten: *Sph. italicum* Hkl., *Sph. spinulosum* Müll., *Sph. ovodimare* Hkl., *Sph. punctatum* Huxl. sp. und *Rhaphidozoum acuferum*

Müll. — Brandt (18 p. 390) bemerkt, dass die Trennung der nadelführenden Sphaerozoiden in 2 Genera, *Sphaerozoum* und *Rhaphidozoum*, nicht durchzuführen ist. »Bei *Sphaerozoum punctatum* und *Sph. italicum* kommen ebenfalls zuweilen 2 oder 3 ganz verschiedene Sorten von Nadeln vor; überhaupt ist bei der grossen Variabilität der Kieselspicula eine sichere Unterscheidung auch nur von verschiedenen Species nach diesem Merkmale allein keineswegs immer möglich.« Verf. schlägt ausserdem vor, *Rhaphidozoum acuferum* und *Sph. italicum* (vielleicht auch *Sph. spinulosum* ?) zu einer Species zu vereinigen und ebenso mit *Sph. punctatum* und *Sph. ovodimare* zu verfahren. — Häckel (19 p. 472) verändert die Diagnose der früher von ihm aufgestellten Gattungen folgendermaassen: *Rhaphidozoum:* »spiculis omnibus simplicibus (nec ramosis nec compositis)«; *Sphaerozoum:* »spiculis (omnibus aut parte) compositis aut ramosis.« —

Bei der grossen Variabilität der Spicula kann ich der Form der Nadeln keinen grossen systematischen Werth beilegen. Ich halte daher auch die von Häckel vorgenommene Trennung der spiculosen Formen in die Gattungen *Sphaerozoum* und *Rhaphidozoum* für ungerechtfertigt. *Rhaphidozoum* in dem früheren Sinne (Häckel 1862) ist nicht von *Sphaerozoum* sicher abzutrennen, da auch bei den zu *Sphaerozoum* gerechneten Arten zuweilen 2 oder mehr verschiedene Nadelformen vorkommen können. Auch in dem veränderten Sinne (Häckel 1881) erscheint mir die Gattung unhaltbar; denn es giebt Kolonien, in denen neben einfachen Nadeln auch ganz vereinzelte (1—2) zusammengesetzte Spicula sich finden. Ausser diesen praktischen Bedenken habe ich jedoch noch ein prinzipielles. Bei Radiolarien mit hoch entwickeltem Skelet mögen Verschiedenheiten des Skelets ausreichen zur Begründung von Arten und Gattungen; bei den Sphaerozoiden, deren Hartgebilde die primitivste Form eines Skelets repräsentiren, erscheint mir dagegen eine Trennung der Gattungen und Arten nur auf Grund von Unterschieden im Bau und in der Entwicklung des Weichkörpers berechtigt. Das Vorhandensein oder Fehlen, die Form und die Anordnung der Nadeln gewährt zwar bei der Bestimmung der Art eine sehr schätzenswerthe Erleichterung; für die Aufstellung und Begründung der Species oder gar einer Gattung reichen jedoch solche mehr oder minder geringfügige Unterschiede nicht aus. Im Sinne einer natürlichen Systematik sind das Vorhandensein oder Fehlen von Assimilationsplasma, die Beschaffenheit der Centralkapselmemhran, die Art und Weise der Schwärmerbildung etc. von ungleich höherer Bedeutung als die Verschiedenheiten, welche die Nadeln darbieten. So unvollkommen auch vorläufig die Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Weichkörpers bisher sind, so zeigen sie doch deutlich, dass das von Häckel bei den Sphaerozoiden angewendete Classificationsprincip unnatürlich ist. Und da kein zwingender Grund vorliegt, den beiden künstlichen Gattungen *Collozoum* und *Sphaerozoum* ein drittes, noch weniger natürliches Genus zuzufügen, so vermeide ich den von Häckel vorgeschlagenen Namen *Rhaphidozoum.*

Ich wende den Gattungsnamen *Sphaerozoum* im Sinne Meyen's (nicht in dem weiteren Sinne Müller's oder in der engeren Fassung von Häckel) an und bezeichne damit diejenigen Sphaerozoiden, welche Nadeln in der Kolonie enthalten. — Ausser dem in der Diagnose angegebenen, wenig zuverlässigen Merkmal kann ich keine Eigenschaft angeben, welche für alle zu *Sphaerozoum* gerechneten Arten zutrifft und eine Trennung derselben von den skeletlosen Species möglich macht. Drei *Sphaerozoum*-Arten (*Sph. neapolitanum*, *acuferum* und *punctatum*) stimmen allerdings insofern überein, als sie zahlreiche oder doch mehrere Vacuolen besitzen,

die nie eine Gliederung der Kolonie verursachen, und als ihr Oelkugelsubstrat eine sehr deutliche Schichtung aufweist. Da ich aber im Nachstehenden (p. 234 *Sph.* 5) ein *Sphaerozoum* beschrieben habe, das nur eine einzige grosse Vacuole, wie *C. fulvum*, besitzt, so kann ich das Vorhandensein mehrerer bezw. zahlreicher Vacuolen nicht für alle nadelführenden Sphaerozoiden als charakteristisch bezeichnen, und da ich bei vielen seltener auftretenden Sphaerozoen (z. B. auch *Sph. Häckeli*) das Oelkugelsubstrat nicht näher untersucht habe, so vermag ich nicht anzugeben, ob die deutliche Schichtung desselben wirklich einen durchgreifenden Unterschied gegenüber den anderen Sphaerozoëen (die ebenfalls nicht alle genau untersucht sind) abgiebt. — Die Pseudopodien sind bei allen zur Beobachtung gelangten *Sphaerozoum*-Arten im Allgemeinen regellos angeordnet, so dass sie sich in dieser Hinsicht von einigen anderen Sphaerozoëen (*C. pelagicum*, *Myxosph. coerulea* und *Collosph. Huxleyi*) unterscheiden. — Unter den nadelführenden Sphaerozoëen, welche ich im Golfe von Neapel gefunden habe, lassen sich 4 Arten mit Sicherheit von einander abgrenzen. Die Unterschiede, welche sie in vegetativen (besonders »alt-vegetativen«) Zuständen darbieten, zeigt die folgende Tabelle.

	Kolonie	Individuen	Centralkapselmembran	Assimilationsplasma	Kerne — Oelkugeln	Gelbe Zellen	Spicula
Sph. neapolitanum	Wurstförmig, nicht gegliedert. Zahlreiche Vacuolen.	0,09—0,14 mm. Oft unregelmässig. Stark abgeplattet.	Fehlt.	Vorhanden.	1 Lage. — Sehr gross. Schichtung des Substrates ausserordentlich deutlich.	Ziemlich zahlreich. Zerstreut; z. Th. im Mutterboden, grossentheils in einer Zone nahe der Gallertoberfläche.	Wenig zahlreich (etwa 6 pro Nest). Meist regellos angeordnet. 1) Einfache Nadeln, oft mit Verdickungen; Dornen fehlen oder schwach entwickelt. 2) Punctatum-Nadeln mit sehr kurzem Mittelbalken; seltener als einfache, fast stets ohne Dornen.
Sph. acuferum.	Kuglig. Mehrere ziemlich grosse Vacuolen.	0,11—0,21 mm. Sehr gross. Kuglig.	Ziemlich derb.	Vorhanden.	? — Mehrere Oelkugeln.	Sehr zahlreich. Sämmtlich im Mutterboden.	Sehr zahlreich, tangential die Nester umlagernd. 1) Einfache, 2) Acuferum-Nadeln (4 gleichschenklig). Letztere seltener. Beide Nadelformen glatt oder mit Dornen.
Sph. punctatum	Meist kuglig oder ellipsoid (zuweilen wurstförmig). Zahlreiche Vacuolen.	0,07—0,13 mm. Mässig abgeplattet, fast kuglig.	Zart.	Fehlt.	1 Lage.	Ziemlich zahlreich, alle an den Nestern.	Zahlreich, tangential die Nester umlagernd. Fast nur zusammengesetzte (Punctatum-) Nadeln mit Mittelbalken und jederseits desselben 3 divergirenden Schenkeln.

	Kolonie	Individuen	Central-kapsel-membran	Assimi-lations-plasma	Kerne — Oelkugeln	Gelbe Zellen	Spicula
Sph. Häckeli.	Kuglig oder wurstförmig. Mehrere ziemlich grosse Vacuolen.	0,06—0,07 mm. Kuglig.	Zart	Fehlt	1 Lage	Wenig zahlreich (höchstens 7 pro Nest). Dicht an den Nestern.	Ganz vereinzelt, nie an den Individuen. Punctatum-Nadeln mit meist langem Mittelbalken.

Von reproductiven Stadien habe ich Zustände mit extracapsularen Körpern nur bei *Sph. neapolitanum* (p. 192) mit Sicherheit constatirt und Anisosporen-Bildung bei den 3 anderen Arten (p. 168—170), Isosporen-Bildung bei *Sph. neapolitanum* und *Sph. punctatum* (p. 158—160) beobachtet. Von den Eigenthümlichkeiten, die ich bei der Schwärmerbildung der einzelnen Arten bemerkte, hebe ich folgende hervor: Die gelben Zellen zerfallen grösstentheils bei der Schwärmerbildung von *Sph. neapolitanum* und *Sph. acuferum*, bleiben dagegen erhalten bei *Sph. punctatum* und *Sph. Häckeli*. Bei der letzteren Species findet die Anisosporen-Bildung schon in jungen Kolonien statt; die Schwärmer selbst sind sehr gross, verschieden geformt und mit kleinen Krystallen versehen (Taf. 5 Fig. 28). Den Anisosporen von *Sph. punctatum* fehlen die Krystalle; die Mikrosporen sind auffallend klein (Taf. 5 Fig. 33). Bei den Isosporen von *Sph. punctatum* ist die regelmässige Anordnung und das verhältnissmässig schwache Lichtbrechungsvermögen der Körper auffallend. Ferner ist hervorzuheben, dass die extracapsularen Körper von *Sph. neapolitanum* (Taf. 6 Fig. 3) sich recht erheblich von denen der Collozoen durch den Besitz von kleinen und sehr zahlreichen Oeltröpfchen unterscheiden, während sie denen einer sehr nahe stehenden *Sphaerozoum*-Species (s. unten p. 236 *Sph.* 7 Taf. 6 Fig. 1. 2) ähnlich sind. —

Ausser den genannten 4 Arten sind noch 4 von mir im Golfe nicht beobachtete Species anzuführen, welche von anderen Forschern beschrieben worden sind, nämlich *Sph. spinulosum* Müll., *Sph. fuscum* Meyen, *Sph. orientale* Dana und *Sph. Sanderi* Dönitz. Von diesen Arten ist nur die erste, und zwar von Häckel gründlicher beschrieben worden; über die übrigen Arten liegen nur ganz oberflächliche Schilderungen vor. Von den angegebenen 4 Arten halte ich nur die 3 ersten für sichere Arten, *Sph. Sanderi* Dönitz dagegen nicht (s. unten). Im Nachfolgenden (*Sphaerozoum* **5**, p. 234) werde ich ausserdem eine Reihe von Formen schildern, welche sich in den bekannten Species nicht unterbringen lassen und z. Th. wohl selbständige Arten repräsentiren. Wie bei *Collozoum* vermeide ich jedoch auch hier die Benennung von Formen, die — besonders in fructificativen Zuständen — unzureichend studirt sind.

1) Die Species *Sph. spinulosum* ist von J. Müller entdeckt und später nur noch von Häckel beschrieben worden. Müller (**3** p. 54 Taf. 8 Fig. 4) machte folgende Angabe: »Die Spikeln sind gerade, nicht zugespitzte Nadeln von $^1/_{40}$‴ Länge, von welchen in ganzer Länge zahlreiche kurze Seitenäste unter rechten Winkeln abgehen. Sie liegen zwischen den Fäden

zerstreut«. Häckel (**5** p. 527 Taf. 33 Fig. 3. 4) lieferte sehr werthvolle Ergänzungen zu dieser unvollkommenen Beschreibung: »Spicula einfach und nadelförmig, gerade, stumpf, nicht zugespitzt, in der ganzen Länge mit zahlreichen, kurzen, stumpfen, rechtwinklig abgehenden Aesten besetzt.« Qualster kuglig oder ellipsoid, Pseudopodien völlig körnchenfrei, Nester kuglig, von 0,08—0,1 mm Durchmesser, von starker doppeltcontourirter Membran umschlossen und in eigenthümlicher Weise gruppirt. »In allen Qualstern waren die Nester (wahrscheinlich gestört!) theilweis in unregelmässige kleinere und grössere Gruppen maulbeerförmig zusammengehäuft, während dazwischen zahlreiche einzelne Nester frei zwischen den Alveolen zerstreut lagen. In einem ellipsoiden Qualster von 18 mm längerem, 11 mm kürzerem Durchmesser zählte ich zwischen zahlreichen einzelnen Nestern und kleinen Haufen, die allenthalben in der Alveolen-Masse zerstreut waren, etwa 20 grössere Conglomerate von je 40—60 Nestern.« Der Inhalt der Nester bestand aus wasserhellen Bläschen und sehr zahlreichen, dunkel fettglänzenden Körnern. Oelkugeln fehlten meist; nur wenige grössere Nester waren mit einer kleinen versehen. Der Mutterboden war »ausnehmend dünn und spärlich, so dass die Fäden aus den Kapseln selbst auszutreten schienen.« »Die gelben Zellen waren theils zahlreich rings um die einzelnen Nester und die Nest-Conglomerate angehäuft, theils einzeln in dem ganzen Qualster zwischen den Alveolen zerstreut, ebenso auch die Spicula, welche theils die reguläre tangentiale Lagerung gegen die Centralkapseln und deren rundliche Maulbeer-Haufen bewahrt hatten, theils ganz regellos allenthalben zerstreut waren.« An der Form der Spicula ist diese Art leicht von allen anderen zu unterscheiden. Die Nadeln sind 0,05 bis 0,2 mm lang, nie gekrümmt, an den Enden entweder stumpf abgestutzt oder in ein kleines Knöpfchen angeschwollen. Fundorte: Nizza; Müller. Messina, selten; Häckel. —

Bei Neapel habe ich *Sph. spinulosum* niemals beobachtet. In meiner früheren Veröffentlichung (**18** p. 390) bezeichnete ich es als zweifelhaft, ob *Sph. spinulosum* eine eigene Art repräsentirt oder mit *Rhaphidozoum acuferum* und *Sph. italicum* zu vereinigen ist. Auf Grund genauerer Untersuchungen an den *Sphaerozoum*-Arten schliesse ich mich jetzt der Ansicht von Müller und Häckel an und halte *Sph. spinulosum* für eine gute Art. Sie hat mit *Sph. acuferum* die Form der Kolonie (allerdings nicht die Grösse derselben), die Gestalt der Individuen und das Vorhandensein einer derben Centralkapselmembran gemeinsam. Von *Sph. neapolitanum* weicht *Sph. spinulosum* in dieser Hinsicht ab, ist ihm aber in der Anordnung der Nester (s. unten), der Spicula und der gelben Zellen ähnlich. Von beiden Arten unterscheidet sich *Sph. spinulosum* durch die Form der Nadeln und, wie es nach Häckel's Beschreibung scheint, auch durch den Mangel des Assimilationsplasmas; ausserdem ist die Grösse der Individuen geringer als bei den anderen 2 Arten.

2) Meyen (**1** p. 164 Taf. 28 Fig. 7) schildert und bildet ab *Sph. fuscum*: »Von Erbsengrösse, auch kleiner, fast kuglig, schmutzig gelblich. In der Chinesischen See im Monat Oktober in grosser Menge auf der Oberfläche des Wassers umherschwimmend.« (Die Gattungsdiagnose s. oben.) Nach der Abbildung einer Nadel hat *Sph. fuscum* sehr dicke Punctatum-Spicula mit ziemlich langem Mittelbalken und jederseits 3 kurzen dornenlosen Schenkeln.

Ich schliesse mich Häckel (**5** p. 528) vollkommen an, wenn er es für unwahrscheinlich erklärt, dass *Sph. fuscum* mit einer von ihm im Mittelmeer beobachteten Art identisch ist, dass aber Meyen's Angaben zu mangelhaft sind, um zu einer sicheren Entscheidung zu gelangen.

3) Dana (**6** p. 54 Fig. 1 *a. b*) beschreibt aus dem Stillen Ocean (26. Mai 1841, 36° N., 178° W.) *Sph. orientale.* Nach der einen Abbildung ist die Kolonie kugelförmig und besitzt 6 mm Durchmesser. Die Unterschiede dieser Art von *Sph. punctatum* bestehen hauptsächlich darin, dass die Spicula vielfach verzweigt sind und dass die Individuen eine deutliche Blaufärbung zeigen. Seine Beschreibung lautet: »About the dots, or ocelliform spots (zooids), the spicules (supposed to be siliceous) were very numerous and much branched as in Figur 1 *b*. [Aus der flüchtigen Skizze ist nur zu ersehen, dass Nadeln von verschiedener Gestalt vorkommen, die sämmtlich mit langen Seitendornen versehen sind. Manche Nadeln scheinen mit denen von *Sph. punctatum* übereinzustimmen.] The general mass had an exceedingly faint bluish tinge; the centre circle of the ocelliform spots was of the same tint, while the ring around was of a very faint ochreous shade. The globules represented on the ocelliform spots in Fig. 1 *b* were yellow.«

4) Dönitz (**13**) schildert sein *Sph. Sanderi* mit folgenden Worten: »Es kamen aber auch Formen vor (Fig. 3), deren Nester mit unregelmässig gebogenen, zusammengesetzten, manchmal mittelst ihrer Spitzen anastomosirenden Kieselstacheln besetzt waren. Die Figur zeigt wohl besser als jede Beschreibung die Unregelmässigkeit in der Verästelung und Anordnung dieser Stacheln. Am besten lässt sich die Form, wenn man nicht ein neues Genus dafür schaffen will, dem Genus *Sphaerozoum* unterordnen.« Die Abbildung, welche »besser als jede Beschreibung« die neue Species illustriren soll, ist leider so unzureichend, dass es zweifelhaft ist, ob die Art überhaupt zu *Sphaerozoum* gestellt werden darf. Verf. hat sich nicht einmal der Mühe unterzogen, die angeblichen Spicula zu isoliren. Ich vermuthe nach seiner Abbildung, dass er die Dornen einer *Acrosphaera*-Schale für Spikeln gehalten hat, und dass das Individuum, welches er darstellt, die Schale ganz erfüllte. Da es Krystalle enthielt und fast undurchsichtig war, so konnten bei flüchtiger Beobachtung nur die in der Aequatorialebene hervorstehenden durchlöcherten und unregelmässig verzweigten Dornen deutlich erkannt werden. Ich habe zuweilen von unzweifelhaften Acrosphaeren Bilder gesehen, die fast genau mit der Figur von Dönitz übereinstimmten. —

5) Von den Formen, welche ich bei Neapel beobachtet habe, sind zunächst einige Kolonien zu erwähnen, die ihrer Form und Grösse nach ganz mit *C. fulvum*, bezüglich der Nadeln aber mit *Sph. neapolitanum* übereinstimmten. Eine solche Kolonie z. B. besass einen Durchmesser von 4 mm; sie war kuglig und enthielt eine grosse Centralvacuole. Die stets kugligen Individuen enthielten Krystalle und waren von einer zarten Centralkapselmembran und einem dicken Mutterboden aus klumpigem Assimilationsplasma umgeben, der ziemlich zahlreiche, meist in Zerfall begriffene gelbe Zellen enthielt. Die eine Hälfte der Kolonie wurde in Jodspiritus, die andere in Sublimat abgetödtet; das erstere Mittel erwies sich als sehr geeignet, das letztere als ungünstig. In den bisher angegebenen Punkten verhielt sich der Qualster ganz

wie ein typisches Exemplar von *C. fulvum* und verschieden von *Sph. neapolitanum*, abgesehen von dem auch bei dieser Species vorhandenen Assimilationsplasma. Auffallend war jedoch, dass sich vereinzelte Nadeln in der Kolonie fanden, die vollkommen mit den bei *Sph. neapolitanum* beobachteten übereinstimmten. Es waren gerade oder sehr schwach gebogene Spicula mit leichter Anschwellung nahe den beiden Spitzen, ähnlich der einen Nadel von Taf. 7 Fig. 16 *c*[1]). Wäre dieser Befund nur vereinzelt, so würde ich glauben, dass sich anormaler Weise in einem Exemplar von *C. fulvum* einige Nadeln gebildet hätten. Andere, ebenfalls in Isosporen-Bildung begriffene Exemplare enthielten aber noch mehr Nadeln, und zwar neben einfachen auch die für *Sph. neapolitanum* charakteristischen zusammengesetzten Spicula. Es fanden sich fast alle Formen, welche Taf. 7 Fig. 15 nach einer Kolonie von *Sph. neapolitanum* dargestellt sind. Die Gesammtmenge der Nadeln war jedoch stets erheblich geringer als bei *Sph. neapolitanum*. Bei einer dieser Kolonien konnte ich mich, wie ich bereits oben (p. 31) anführte, davon überzeugen, dass das Oelkugelsubstrat eine sehr deutliche Schichtung aufweist. Wenn ich es oben zweifelhaft liess, ob die geschilderte Kolonie, bei der ich durch Chlorzinkjod eine deutliche Membran an den Individuen erkennen konnte, ein *Sph. neapolitanum* oder ein *C. fulvum* war, so muss ich es jetzt auf Grund weiterer Untersuchungen als sicher betrachten, dass die Form nicht zu *Sph. neapolitanum* gerechnet werden kann. Die Gestalt der Kolonie, das Vorhandensein nur einer grossen Vacuole, die sehr regelmässig kuglige Gestalt der Individuen, der Besitz einer Centralkapselmembran, den ich bei unzweifelhaften Individuen von *Sph. neapolitanum* (auch Isosporen-bildenden) nie nachweisen konnte, die Lagerung der gelben Zellen, das Verhalten gegen Abtödtungsmittel, — alle diese Umstände sprechen gegen die Identität der in Rede stehenden Form mit *Sph. neapolitanum*. Andererseits ist es nicht wahrscheinlich, dass die Kolonien zu *C. fulvum* gestellt werden dürfen. Die einzige bis jetzt constatirte Abweichung besteht allerdings im Vorkommen der Nadeln. Da aber *C. fulvum* sonst auch in ausgewachsenen vegetativen oder in fructificativen Zuständen gar keine Nadeln enthält, so ist es zu erwarten, dass bei näherer Untersuchung sich Unterschiede herausstellen werden, die zur Trennung der Form von *C. fulvum* zwingen. Dies Beispiel habe ich ausführlich behandelt, weil es — ebenso wie die nächste Form — sehr deutlich zeigt, welche geringe systematische Bedeutung dem Vorhandensein oder Fehlen von Nadeln beizumessen ist und wie wenig Grund vorliegt, die Collozoen und Sphaerozoen als Gattungen oder gar, wie HÄCKEL (**19**) es neuerdings gethan hat, als Familien von einander zu trennen. — Die geschilderte Form wurde vom September bis November (1883 und 1884) beobachtet.

6) Ferner fand ich im September, November und December mehrere Kolonien, die ihrer Form und Grösse nach vollkommen mit ausgewachsenen Exemplaren von *Sph. neapolitanum* übereinstimmten (wurstförmig, ungegliedert, 20, 80 oder 90 mm lang, 3 oder 3,5 mm breit), und deren Nester meist, wie bei *Sph. neapolitanum*, von unregelmässiger Gestalt waren. Sogar die Vertheilung der gelben Zellen war ganz ähnlich wie bei *Sph. neapolitanum*. Der

1) Die Anschwellungen sind etwas zu dick gezeichnet.

Mutterboden (aus Assimilationsplasma?) besass eine ansehnliche Dicke; die Kolonien behielten bei Abtödtung mit Jodspiritus ihre Form bei. Der einzige Unterschied von *Sph. neapolitanum*, den ich auffinden konnte, bestand in dem gänzlichen Fehlen der Spikeln bezw. der äusserst geringen Menge derselben. In 3 Qualstern fehlten die Nadeln vollkommen, in einem vierten betrug die Anzahl der Spicula im Ganzen 3 und in dem fünften 10—15 mal weniger als die Menge der Nester. Im letzten Falle enthielten die Individuen sämmtlich grosse Krystalle. — Auch bei dieser Form bleibt es künftigen Untersuchungen vorbehalten zu entscheiden, ob sie eine besondere Species ist oder ob sie nur eine Varietät einer bekannten Art (in diesem Falle von *Sph. neapolitanum*) repräsentirt. Am besten wird ein eingehendes Studium der reproductiven Zustände zu einer Entscheidung der Frage führen, weil in diesen Stadien die Eigenschaften der vegetativen meist besonders scharf ausgeprägt sind und noch eine ganze Reihe von Eigenthümlichkeiten hinzukommt.

7) Eine andere Form, welche *Sph. neapolitanum* nahe steht, aber wohl als eine besondere Species aufzufassen ist, habe ich oben nach einem jungen Exemplar mit extracapsularen Körpern (p. 193) geschildert und Taf. 6 Fig. 1 und 2 abgebildet. —

Endlich habe ich noch anzuführen, dass sich bei genauerer Untersuchung vielleicht noch eine Form, die durch die platt scheiben- oder bandförmige Gestalt der Kolonie und durch spärlicheres Vorkommen der Nadeln ausgezeichnet ist, von *Sph. neapolitanum* wird abspalten lassen (s. unten p. 238 Anm.), und dass die in dieser Arbeit als *Sph. punctatum* bezeichneten Qualster höchst wahrscheinlich nicht eine einzige Art repräsentiren (s. unten *Sph. punctatum*).

Den oben (p. 214) unterschiedenen 3 Gruppen der Sphaerozoiden schliessen sich die ungenügend untersuchten Formen (*Collozoum* 1—8 und *Sphaerozoum* 1—3, 5—7) etwa in folgender Weise an:

1) Zu *Sph. acuferum* ist möglicherweise *Sph.* **7** zu rechnen.

2) Zwischen *Sph. neapolitanum* und *C. fulvum* vermitteln *Sph.* **5** und **6** den Uebergang. *Sph.* **7** gehört, wenn nicht zur ersten, zu dieser zweiten Gruppe und reiht sich dann *Sph. neapolitanum* an. Als *C. inerme* sehr nahe stehend sind *C.* **1** und **2** zu bezeichnen.

3) An *Sph. punctatum* schliessen sich vielleicht *Sph. fuscum* und *Sph. orientale* an, während *C.* **5** und **6** ziemlich sicher, und vielleicht auch *C.* **3**, **4**, **7** und **8** sich den Arten *C. pelagicum* und *C. Hertwigi* anreihen. Für *C.* **4**, **7** und **8** muss jedoch erst durch Untersuchung der reproductiven Zustände der Nachweis geliefert werden, dass sie zu den Sphaerozoiden, und nicht zu *Myxosphaera* gehören.

Sph. spinulosum lässt sich keiner der 3 Gruppen ungezwungen anreihen. Ausserdem wird sich bei näherer Untersuchung wohl die recht mannigfaltige dritte Gruppe in zwei oder mehr Theile zerlegen lassen.

1. *Sphaerozoum neapolitanum* Brandt.

Sph. neapolitanum Brandt (**18**) p. 390 Fig. 14—18.

Diagnose: Kolonie gross, wurstförmig, ungegliedert, mit zahlreichen kleinen Vacuolen. Zwei Formen von Nadeln: einfache, gerade oder schwach gebogene, glatte oder mit Anschwellungen oder kurzen Dornen versehen, — vereinzelte zusammengesetzte (»Punctatum«-) Spicula mit sehr kurzem Mittelbalken und 2—3 Schenkeln jederseits. Beide Arten von Nadeln zusammen nur etwa 4—8mal so zahlreich als die Nester. Nadeln selten tangential zu den Nestern, meist regellos durch die Kolonie verstreut. Nester stark abgeplattet und meist sehr unregelmässig gestaltet, selten von kreisförmigem Contour. Centralkapselmembran fehlt; Assimilationsplasma vorhanden; Kerne in einer Lage, Oelkugel sehr gross, mit sehr deutlich geschichtetem Substrat. Gelbe Zellen zerstreut, besonders zahlreich in einer Zone nahe der Gallertoberfläche[1]).

Die Species wurde im Herbst 1879 von mir im Golfe von Neapel in verschiedenen Entwicklungsstadien gefunden und in meiner früheren Mittheilung (**18**) bereits abgebildet und kurz beschrieben.

Sph. neapolitanum gelangte in den Jahren 1882—1885 vorzugsweise im Herbst zur Beobachtung. An einigen Tagen fand es sich sogar zu Hunderten. Im Winter kam es nur ganz vereinzelt, im Frühjahr in etwas grösserer Menge vor (vergl. p. 108 und Taf. 8). Durch die Form der Kolonie, durch das Vorkommen von 2 Nadelformen und durch die Anordnung derselben, durch die Gestalt der Individuen, das Fehlen der Centralkapselmembran und durch die eigenthümliche Anordnung der gelben Zellen unterscheidet sich *Sph. neapolitanum* leicht von sämmtlichen genauer untersuchten Polyzoen. Ferner habe ich bereits oben (p. 193 und 234) die Möglichkeit einer scharfen Trennung von *Sph. neapolitanum* einerseits, *Sph.* **5** und **7** andererseits dargethan; dagegen konnte ich als Unterscheidungsmerkmal zwischen *Sph. neapolitanum* und *Sph.* **6** vorläufig nur das Fehlen bezw. die äusserst geringe Menge der Nadeln bei der letzteren Form angeben. —

Die Kolonien von *Sph. neapolitanum* sind wurstförmige, völlig ungegliederte Gallertmassen von sehr fester Consistenz. Eine so bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen Druck und eine solche fast knorpelartige Beschaffenheit der Gallerte, wie wir sie bei den vegetativen Zuständen des *Sph. neapolitanum* finden, kommt bei anderen Sphaerozoëen kaum vor; nur *Collozoum inerme* und *Sph. punctatum* zeigen zuweilen Aehnliches. Bei sehr jugendlichen Kolo-

1) Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 13, mit zusammengedrängten Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$ Taf. 5 Fig. 64; Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$ nach dem Leben: Taf. 3 Fig. 4, 5; abgetödtet Taf. 4 Fig. 23—25, Taf. 5 Fig. 65*a—d* Extracapsulare Körper Taf. 6 Fig. 3. Details der Individuen Vergr. $\frac{1000}{1}$ Taf. 4 Fig. 57, 60, Taf. 5 Fig. 63. Vergr. $\frac{500}{1}$ Taf. 1 Fig. 24—26. Spicula $\frac{320}{1}$ Taf. 7 Fig. 9—16.

nien ist die Consistenz der Gallerte noch nicht so bedeutend; ihr Maximum erreicht sie bei den ausgewachsenen Entwicklungszuständen und nimmt bei Beginn der Schwärmerbildung wieder sehr erheblich ab. Die vorher sehr feste und nahezu knorpelartige Gallerte wird beim Auftreten der Krystalle in kurzer Zeit sehr weich, so dass die Kolonien ihre ausgeprägt walzenförmige Gestalt einbüssen und welk und schlaff werden. Bei den älteren vegetativen Zuständen, die mir zu Tausenden zur Verfügung standen, bemerkte ich immer dieselbe Form[1]). Auch die jungen und kleinen Kolonien waren gewöhnlich langgestreckt wurstförmig. Im inneren Theile der Kolonie kommen grössere, weiter nach aussen kleinere Vacuolen vor. Zwischen den letzteren und auf ihrer äusseren Oberfläche befinden sich hauptsächlich die Nester, doch kommen einige derselben auch im Inneren der Kolonie, zwischen den grossen Vacuolen vor. Die jungen Qualster zeigen eine auffallende Verschiedenheit. Entweder sind sehr ansehnliche Vacuolen vorhanden, so dass die Kolonie, ähnlich wie junge Zustände von *Myxosph. coerulea*, blasig oder schaumig erscheint, — oder die Vacuolen fehlen fast gänzlich. Im letzteren Falle sind häufig die Nester so dicht zusammengedrängt, dass sie sich gegenseitig abplatten. Die Hauptachse der etwas in die Länge gezogenen Individuen steht alsdann stets senkrecht zur Längsachse der Kolonie (Taf. 6 Fig. 4, Taf. 5 Fig. 64), die Pseudopodien strahlen meist einfach radiär nach der Gallertoberfläche aus. — Die Anordnung der Nester in alt-vegetativen und in jugendlichen Kolonien habe ich bereits angegeben. Während der Isosporen-Bildung zeigen die Nester eine auffallende Neigung, sich zu kleinen Haufen von 2—4 oder 6 zusammenzuziehen. Die Qualster bieten dann einen ähnlichen Anblick dar, wie die von *Siphonosph. tenera* (und *Sph. spinulosum* nach den Angaben Häckel's). Die Form der Individuen ist in den meisten Fällen mehr oder weniger unregelmässig. Es kommt sogar nicht selten vor, dass die Markmasse an einigen Stellen sich in zugespitzte Fortsätze auszieht. Die Abplattung der Nester ist bei *Sph. neapolitanum* stärker als bei den anderen Sphaerozoëen und oft so bedeutend, dass in der kürzeren Achse der Individuen die Oelkugel fast an die Oberfläche der Markmasse stösst. Die Nester erscheinen in vegetativen Zuständen farblos oder blass gelblich, in fructificativen dagegen — ebenso wie *C. fulvum*, *Sph.* **5** und **6** — bräunlich. An einem Tage wurden in mehreren Isosporen-bildenden Nestern vereinzelte blaue Pigmentkörner bemerkt. —

Eine Centralkapselmembran fehlt den vegetativen Zuständen bestimmt vollkommen (Taf. 4 Fig. 57). In mehreren Fällen konnte ich mich auch bei Kolonien mit krystallführenden Nestern von dem Fehlen einer Centralkapselmembran überzeugen. — Die Mark-

1) Einige alt-vegetative Exemplare, die sich durch platt scheiben- oder bandförmige Gestalt auszeichneten, besassen viel weniger Nadeln als die unzweifelhaften Kol. von *Sph. neapolitanum* und bilden möglicherweise eine besondere Art. Einige dieser Qualster waren rund scheibenförmig und nur 0,6 mm dick bei einem Durchmesser von 10—12 mm. Zwei andere platte Kolonien waren ebenfalls 0,6 mm dick, besassen aber eine bandförmige, *Cestus*-artige Gestalt. Die Länge des einen Gallertbandes betrug 42 mm, die Breite 10 mm. Alle diese Kolonien besassen unregelmässig geformte Individuen und verhältnissmässig sehr wenige Nadeln. Die Zahl der letzteren war ungefähr gleich der der Individuen, und zwar fanden sich die zusammengesetzten (Punctatum-)Nadeln fast ebenso häufig wie die einfachen. Im Uebrigen, z. B. in der Vertheilung der gelben Zellen etc., stimmten sie mit den echten *Sph. neapolitanum* überein.

substanz der vegetativen Zustände enthält zahlreiche grobe, stark lichtbrechende Körner, welche der Rindensubstanz ganz fehlen, und feine blassere Körnchen. Die glänzenden Körner der Marksubstanz sind etwa ebenso zahlreich wie die Kerne und liegen gewöhnlich denselben dicht an. Bei genauer Beobachtung kann man an den Körnern geringe Ortsveränderungen wahrnehmen. Die Kerne erscheinen im Leben als Bläschen, sind aber nur sehr undeutlich zu erkennen, da sie nur sehr wenig stärker lichtbrechend sind als die Umgebung. Sie liegen in einfacher Schicht; bisweilen sind ausser den grossen Kernen noch kleine Nuclein-Körner vorhanden (Taf. 5 Fig. 63). Die Krystalle werden bei der Isosporen-Bildung an der äusseren Seite der Kerne gebildet. Die Oelkugel, deren Durchmesser gewöhnlich 0,05—0,08 mm beträgt, ist im Verhältniss zur Masse des Individuums grösser als bei den anderen Sphaerozoëen. Das Substrat der Oelkugel und die eigenthümliche, bei *Sph. neapolitanum* besonders deutliche Schichtung derselben sind oben (p. 36 Taf. 1 Fig. 24—26) geschildert worden. Bei sehr jugendlichen Exemplaren fehlen die Oelkugeln zuweilen noch gänzlich oder es sind statt einer, mehrere (bis 3) kleinere Oelkugeln vorhanden.

Die Rindensubstanz besteht aus einem ziemlich ansehnlichen Mutterboden aus Assimilationsplasma (Taf. 4 Fig. 60) und den meist ganz regellos verlaufenden feinen Pseudopodien. Der Mutterboden enthält nicht selten kleine Vacuolen; die Pseudopodien führen zuweilen feine blasse Körnchen.

Bei *Sph. neapolitanum* kommen sowohl einfache als zusammengesetzte Spicula vor. Die ersteren sind im allgemeinen denen von *Sph. acuferum* sehr ähnlich und unterscheiden sich von ihnen hauptsächlich durch geringere Grösse. Ihre Länge beträgt nämlich gewöhnlich nur 0,05—0,07, in manchen Fällen auch bis 0,09 mm. Nur bei einer Kolonie fanden sich noch grössere Nadeln (bis 0,12 mm Länge). Bei *Sph. acuferum* dagegen sind die einfachen Spicula gewöhnlich 0,12—0,17 mm lang. Ihrer Form nach sind die einfachen Nadeln von *Sph. neapolitanum* entweder gerade oder gekrümmt. Die geraden oder nur ganz schwach gebogenen Nadeln sind zahlreicher als die stärker gekrümmten. So bedeutende Biegungen der Spicula, wie sie bei *Sph. acuferum* nicht selten vorkommen (Taf. 7 Fig. 3), fehlen bei *Sph. neapolitanum* ganz. Fast in jeder Kolonie von *Sph. neapolitanum* ist der grösste Theil der Nadeln glatt (Taf. 7 Fig. 9, 12, 13, 15, 16). Neben den glatten Nadeln finden sich aber fast stets noch solche mit unebener Oberfläche, und zwar entweder mit partiellen Anschwellungen oder mit feinen Höckern und Dornen. Nur in wenigen Fällen fanden sich beide Nadelsorten neben den glatten (Taf. 7 Fig. 10); gewöhnlich ist nur die eine oder die andere Sorte neben den glatten Nadeln vertreten. Die verdickte Stelle befindet sich entweder in der Mitte der Nadel (Taf. 7 Fig. 10, 15, 16*c*) oder in der Nähe jedes der beiden Nadelenden (Taf. 7 Fig. 9, 14, 16*c*). Die Dornen oder Höckerchen sind meist auf die Nähe der beiden Nadelenden beschränkt (Taf. 7 Fig. 10, 11, 13, 14) und sind nur selten über die ganze Nadeloberfläche vertheilt (Taf. 7 Fig. 10). Zuweilen finden sich in den Kolonien einige eingeknickte oder mit starken Einbiegungen versehene Spicula (Taf. 7 Fig. 9, 10, 11, 15). Die Knickstelle liegt fast immer in der Mitte der Nadeln. — Den Uebergang zu den zusammen-

gesetzten Nadeln vermitteln diejenigen einfachen Spicula, welche einen sehr langen und starken Dorn besitzen (Taf. 7 Fig. 11, 16 *b*). Der Seitendorn geht meist unter schiefem Winkel von dem Spiculum ab und ist in der Regel ebenso lang wie der eine Theil der Hauptnadel, von seinem Ende bis zur Ursprungsstelle des Dornes gemessen. Man kann diese Formen auch als Gabelbildungen auffassen, die Spicula selbst nicht als einfache Nadeln mit grossem Seitendorn, sondern als dreischenklige Nadeln bezeichnen und sie insofern zu den zusammengesetzten Nadeln rechnen. — Von den zusammengesetzten Nadeln kommt am häufigsten die für *Sph. punctatum* charakteristische Form von Nadeln vor (Taf. 7 Fig. 9, 11, 12, 15, 16 *a*), welche ich kurz als »Punctatum-Nadeln« bezeichne. Von den beiden Enden eines Mittelbalkens gehen je 3 divergirende Schenkel aus, die in bestimmten Winkeln zu einander stehen. Die Punctatum-Spicula, welche man bei *Sph. neapolitanum* findet, zeichnen sich den bei *Sph. punctatum* vorkommenden Nadeln gegenüber durch ihre geringe Grösse und besonders auch durch die Kürze ihres Mittelbalkens aus. Der letztere hat gewöhnlich nur eine Länge von 0,003—0,004 (selten bis 0,006) mm. Die Schenkel sind meist 0,015—0,025 mm lang; längere (bis 0,03 mm, Taf. 7 Fig. 16) finden sich nur selten. Dagegen kommen feine, noch nicht völlig ausgebildete Nadeln mit Schenkeln von 0,009—0,012 mm (Taf. 7 Fig. 9) in jungen Kolonien ziemlich häufig vor. Im allgemeinen sind die Spicula von *Sph. neapolitanum* verhältnissmässig sehr dick. Bei *Sph. punctatum* habe ich nie Spicula gesehen, die bei einer so geringen Grösse eine solche Dicke besassen. Ausser den gewöhnlichen Punctatum-Nadeln mit 3 Schenkeln jederseits kommen auch solche mit 2 Schenkeln an jedem, oder mit 2 Schenkeln an dem einen und 3 an dem anderen Ende des Mittelbalkens vor. Die ersteren sind noch ziemlich häufig (Taf. 7 Fig 9, 10, 12, 14, 15), die letzteren dagegen selten (Taf. 7 Fig. 13, 15). In den Grössenverhältnissen weichen sie von den echten Punctatum-Nadeln des *Sph. neapolitanum* nur wenig ab. Der Mittelbalken besitzt eine Länge von 0,003—0,0075 mm, die Schenkel eine solche von 0,02—0,04 mm. Sie sind also zuweilen grösser, als die mit 3 Schenkeln jederseits versehenen Spicula. Dornen, die bei den Nadeln von *Sph. punctatum* so häufig vorkommen, habe ich bei den entsprechenden Nadelformen von *Sph. neapolitanum* nicht bemerkt. Sowohl die mit 3, als die mit 2 Schenkeln an den Enden des Mittelbalkens versehenen Nadeln sind fast stets nackt. Nur an einem Spiculum mit 2 Schenkeln jederseits sah ich sehr lange (0,01 mm) Dornen (Taf. 7 Fig. 9). Die Nadel war jedoch überhaupt abnorm entwickelt (Mittelbalken 0,005, Schenkel 0,05 mm lang). Endlich ist noch zu erwähnen, dass ausser den geschilderten zusammengesetzten Nadeln auch die für *Sph. acuferum* charakteristische Nadelform zuweilen vorkommt (Taf. 7 Fig. 16 *c*). Die Spicula bestehen aus 4 Schenkeln, die von einem Punkte nach verschiedenen Richtungen ausgehen. Die Länge der Schenkel beträgt 0,04 mm. — In ausgewachsenen Kolonien sind stets die einfachen Spicula häufiger als die zusammengesetzten. Entweder finden sich die letzteren nur ganz vereinzelt (1—3 oder 4), während die ersteren zu Hunderten vorhanden sind, oder die zusammengesetzten sind ziemlich zahlreich (50—100), aber immer noch viel weniger häufig als die einfachen Spicula. Im allgemeinen besteht bei jungen und alten Kolonien von *Sph. neapolitanum* zwischen den einfachen und den zusammen-

gesetzten Nadeln dasselbe Mengeverhältniss wie bei *Sph. acuferum*. Die Gesammtzahl der Spicula ist in ausgewachsenen Kolonien etwa 6—8 mal so gross als die der Individuen. — Die Nadeln zeigen nur in seltenen Fällen eine ähnliche regelmässige Anordnung wie bei *Sph. punctatum* und *acuferum*. Meist sind sie ganz regellos durch die Kolonie verstreut, kommen ebenso gut in der Gallerte wie in der Nähe der Individuen vor und sind nur theilweise und anscheinend nur zufällig tangential zu dem einen oder anderen Neste gestellt. Nur bei wenigen ausgewachsenen Kolonien fanden sich die meisten Spicula in der Nähe der Individuen und waren fast sämmtlich tangential zu diesen gestellt.

Die gelben Zellen, deren Menge etwa 6—8 mal so gross ist als die Anzahl der Nester, liegen nur zufällig und ganz vereinzelt im Mutterboden der Individuen; ein anderer Theil ist durch die Gallerte zerstreut und die übrigen nehmen eine Zone in der Nähe der Gallertoberfläche ein. Sie liegen dort dichter als an irgend einer anderen Stelle der Kolonie, so dass die Zone schon makroskopisch zu erkennen ist. Diese eigenthümliche Anordnung habe ich sonst nur bei *Myxosph. coerulea* beobachtet. Während der fructificativen Periode ihrer Wirthe werden die Algen von den sich zusammenziehenden Pseudopodien nach dem Mutterboden der Nester geführt, wo sie nach und nach fast sämmtlich zerfallen. — Von reproductiven Zuständen wurde nur Isosporen-Bildung und die Bildung extracapsularer Körper constatirt (s. p. 158 und 192). — Unter den bisher zur Anwendung gebrachten Abtödtungsmitteln empfiehlt sich Jodspiritus am meisten. In Chromsäure fallen die Individuen auseinander; in Ueberosmiumsäure oder in Sublimat werden die Kolonien nur der Form nach gut erhalten (s. oben p. 8—11).

Maasse: Kolonie (alt-vegetativ) 30—60 mm (selten mehr, 90 mm) lang, meist 3 mm dick. Individuen, grösster Durchmesser 0,09 — 0,14 mm, Oelkugel 0,05 — 0,08. Der Durchmesser der Oelkugel verhält sich zum grössten Durchmesser des Individuums wie 1 zu 1,7—2. Einfache Spicula: 0,05—0,09 (selten bis 0,12) mm lang; echte oder modificirte Punctatum-Nadeln: Mittelbalken meist 0,003 — 0,004 (bis 0,007) mm, Schenkel meist 0,015 — 0,025 (bis 0,04) mm lang.

Fundort: Golf von Neapel, ziemlich häufig.

2. *Sphaerozoum acuferum* Müller.

Sph. acuferum Müller (3) p. 54, Taf. 8 Fig. 3.
Rhaphidozoum acuferum Müll. sp. + *Sph. italicum* Hkl. Häckel (5) p. 526 und 529, Taf. 33 Fig. 1. 2, Taf. 32 Fig. 9—11.
Sphaerozoum acuferum Müller. Brandt (18) p. 390.

Diagnose: Qualster (alt-vegetativer Zustände) kuglig, mit wenigen, ziemlich grossen Vacuolen. Spicula sehr zahlreich, tangential die Nester umlagernd, in 2 Formen vorhanden: 1) einfache, gerade oder gebogene, glatte oder mit wenigen bis vielen Dornen versehene und 2) weniger zahlreiche vierschenklige Nadeln mit oder ohne Dornen. Individuen sehr gross, mit mehreren Oel-

kugeln. Centralkapselmembran ziemlich derb. Assimilationsplasma vorhanden. Gelbe Zellen sehr zahlreich, sämmtlich an den Individuen[1]).

Alt-vegetative Kolonien von *Sph. acuferum* sind makroskopisch von anderen Sphaerozoëen durch die bedeutende Grösse der Individuen, mikroskopisch durch das Vorkommen mehrerer Oelkugeln in den Nestern leicht zu unterscheiden. Nur jugendliche Qualster könnten mit *Sph. neapolitanum* und den ähnlichen Formen *Sph.* **5** und **7** verwechselt werden. Ueber die sichere Unterscheidung von denselben kann ich keine Angaben machen, da ich nur sehr selten Jugendzustände, die möglicherweise zu *Sph. acuferum* gehören, beobachtet habe. — Die Kolonien von *Sph. acuferum* fanden sich nie in grösseren Mengen, sondern stets vereinzelt. Ihr Auftreten war ausserdem in den einzelnen Beobachtungsjahren recht verschieden; nur im Monat October kamen sie fast regelmässig vor (s. oben p. 109 Taf. 8). —

Joh. Müller, der Entdecker dieser Species, gab (3 p. 54) folgende Diagnose: »Spicula doppelter Art. Die einen sehr lange nicht ästige zugespitzte Nadeln, leicht gekrümmt, nicht hakenförmig, von einer Länge, welche dem Durchmesser der grossen Zelle, die sie umlagern, gleichkommt, gegen $^1/_{20}$''' und mehr. Die zweite Art der Spicula sind unter jenen seltener, eine vierschenklige Nadel, deren Schenkel unter gleichen Winkeln in einem Punkt zusammentreffen gleich den Flächenachsen eines einzigen Tetraeders. Die Spicula sind rauh.« — Häckel's Diagnose von *Rhaphidozoum acuferum* (**5** p. 529) stimmt mit der von Müller gegebenen überein. Er fügt dann hinzu, dass die Qualster von mittlerer Grösse, 1—20 mm Länge, und in der Gestalt ebenso variabel sind, wie die der *Sphaerozoum*-Arten. »Bald sind sie kuglig oder ellipsoid, bald cylindrisch verlängert, glatt oder rosenkranzförmig eingeschnürt.« Die Nester sind in der Regel sehr gross, zwischen 0,1—0,2 mm, sogar bis 0,3—0,35 mm Durchmesser, selten nur 0,05 mm gross. »Ihre Form ist äusserst verschieden gestaltet, meistens unregelmässig länglich rund, seltener kuglig, ellipsoid, oder linsenförmig, sehr häufig bisquitförmig; oft findet man die Nester in der Mitte eingeschnürt und dabei so gekrümmt, dass die beiden ungleichen kolbig angeschwollenen Hälften auf einer Seite gegen einander gebogen sind[1]). Wie durch Grösse, so zeichnen sich die Nester auch durch Undurchsichtigkeit vor denen der meisten anderen Polyzoen aus. Diese wird hauptsächlich durch grosse Mengen dunkel fettglänzender Körner hervorgebracht, welche zwischen den hellen kugligen Bläschen des Kapselinhalts zerstreut sind. Dazwischen finden sich bisweilen noch mehr oder minder beträchtliche Mengen brauner oder gelber Pigmentkörner, welche besonders unter der Oberfläche der Nestmembran in netzförmigen Zügen angehäuft sind. Oelkugeln fehlen in den Nestern nicht selten ganz; gewöhnlich sind jedoch mehrere (5—10), bisweilen zahlreiche (über 20), selten nur eine einzige grosse centrale Oelkugel vorhanden. Der Mutterboden, welcher aussen die meistens sehr starke Kapselmembran umgiebt, ist gewöhnlich sehr dick, flockig oder körnig, aus hellen Bläschen und dunklen Körnern zusammengesetzt, und enthält meistens eine sehr grosse Anzahl von Spicula und gelben Zellen.« Die letzteren bedecken nicht selten dicht die Centralkapselmembran. Die Spicula sind zuweilen so zahlreich und so dicht durch einander gefilzt, dass sie die Nester wie ein zusammenhängendes Kieselgeflecht, ähnlich einer *Acanthodesmia*, umhüllen. Die meisten Spicula sind einfach, ähnlich denen von *Sph. italicum*, aber nicht glatt, sondern mit zahlreichen kleinen Dornen besetzt. Sie sind stielrund und laufen beiderseits in eine feine scharfe Spitze aus. »Immer sind sie mehr oder minder stark verkrümmt, meist C-förmig, seltener S-förmig, niemals hakenförmig. Meistens sind sie halb so lang als die Nester, seltener nur $^1/_4$ so lang, oder ebenso lang. Viel weniger zahlreich

1) Vergl. die Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 16; Schema $\frac{50}{1}$ Taf. 1 Fig. 42d. Individuen Vergr. $\frac{160}{1}$ Taf. 1 Fig. 17, Vergr. $\frac{150}{1}$ Taf. 1 Fig. 30; nach dem Leben $\frac{320}{1}$ Taf. 3 Fig. 13 (1 und 12 ?); abgetödtet Taf. 4 Fig. 20, 40; Taf. 5 Fig. 62; Spicula $\frac{320}{1}$ Taf. 7 Fig. 1—8 (Jede Figur stellt die Nadeln einer Kolonie dar).

2) Diese Beschreibung der Theilungszustände passt, wie ich zur Ergänzung des oben (p. 145) Gesagten hervorhebe, ganz auf die von mir gegebenen Figuren (z. B. Taf. 5 Fig. 66).

ist die andere Art der Spicula, die vierschenkligen Nadeln, von denen in der Regel nur 1—3, selten 5—10 auf jedes Nest kommen. Die 4 Schenkel dieser Spicula stossen unter ganz gleichen Winkeln in einem Punkt zusammen, ganz gleich den 4 Flächenachsen eines regulären Tetraëders. Die 4 Schenkel sind selten ganz gleich, meistens mehr oder minder, oft sehr ungleich, besonders 1 Schenkel oft viel stärker als die 3 anderen. Selten sind sie ganz gerade, meistens etwas verbogen, entweder C- oder S-förmig, gleich den einfachen Nadeln, oder aber grösstentheils gerade und erst am Ende hakenförmig umgebogen. Die vierschenkligen Nadeln sind entweder ebenso stark, als die einfachen, oder bedeutend stärker; die Länge ihrer Schenkel ist meist viel geringer, oft nur $^1/_4$ oder halb so gross. Mehreremale beobachtete ich Qualster, bei denen um jedes Nest ausser zahlreichen (30—60) einfachen, und wenigen (3—6) kleineren vierschenkligen Nadeln noch je eine sehr starke, etwa 3—4 mal dickere und längere vierschenklige Nadel lag. Die zahlreichen, oft dicht gedrängt stehenden, konischen Stacheln und Dornen, welche so lang als die Dicke der Nadeln sind, bedecken die Oberfläche der Stacheln ganz ebenso wie die der einfachen.« Länge der einfachen Spicula 0,05—0,25 mm, Dicke derselben 0,001—0,003 mm; Länge der Schenkel der 4-schenkligen Spicula 0,05—0,15 mm, Dicke derselben 0,002—0,008 mm. — Unter dem Namen *Sphaerozoum italicum* beschreibt ferner Häckel (5 p. 526) eine Species folgendermaassen: »Spicula einfach nadelförmig, mehr oder weniger verbogen, beiderseits zugespitzt, glatt, ohne Zacken, Aeste oder Schenkel.« »Die Qualster sind gewöhnlich kuglig oder ellipsoid, seltener cylindrisch, von mittlerer Grösse (5—10 mm), und enthalten verhältnissmässig wenige aber sehr grosse Nester« von kugliger oder biconvex linsenförmiger Gestalt und 0,1—0,2 oder 0,25 und selbst 0,3 mm Durchmesser. »Jedes Nest enthält in der Regel mehrere (5—20) gleichmässig vertheilte grosse Oelkugeln von 0,03—0,06 mm Durchmesser, seltener nur eine einzige centrale Oelkugel.« Der übrige Raum in der Kapsel ist von wasserhellen Bläschen und feinkörniger schleimiger Zwischenmasse mit dunklen Körnern erfüllt. Der Mutterboden ist meistens dick, gelblich, und enthält sehr zahlreiche gelbe Zellen. Auch die Spicula, deren Zahl meistens sehr bedeutend ist, liegen den Nestern meist dicht an, in tangentialer Lagerung liegen sie nach allen Richtungen durch einander. Ihre Länge beträgt 0,05—0,2 mm. »Selten sind sie ganz gerade, meistens mehr oder weniger verbogen oder verkrümmt, oft fast wellenförmig geschlängelt, oder S-förmig oder fast hakenförmig mit den Spitzen gegen einander gekrümmt; immer ist die Oberfläche ganz glatt, niemals mit Zacken oder Aesten besetzt.« — Brandt (18 p. 390) ist der Ansicht, dass »die morphologische Uebereinstimmung und die mannigfachen Uebergänge in den Nadelbildungen« zu einer Vereinigung der 3 Species *Rhaphid. acuferum*, *Sph. italicum* und *Sph. spinulosum* zwingen. Nur für die letzte dieser 3 Formen sei die unbedingte Zusammengehörigkeit mit den beiden anderen noch nicht ganz sicher gestellt. —

Durch die erneuten Untersuchungen bin ich zu einem ähnlichen Resultat gelangt wie früher; ich muss auch jetzt vorschlagen, *Sph.* (*Rhaph.*) *acuferum* Müll. und *Sph. italicum* Hkl. zu vereinigen, da die einzigen von Häckel festgestellten Unterschiede keineswegs durchgreifend sind. Ich halte es ausserdem nicht für gerechtfertigt, nach geringfügigen Unterschieden in den Nadeln *Sphaerozoum*-Arten aufzustellen. Der complicirt gebaute Weichkörper und die verwickelten Vorgänge bei der Schwärmerbildung bieten so mannigfache Gelegenheit, sichere Species-Unterschiede aufzufinden, dass man die relativen Unterschiede in den Nadeln erst in zweiter Linie berücksichtigen sollte. Meine Untersuchungen haben zwar ergeben, dass auch anscheinend sehr geringfügige Unterschiede, denen man auf Grund der früheren Untersuchungen von Häckel u. a. nur geringen Werth beilegte, für die Bestimmung und Charakteristik der Art oft von grosser Wichtigkeit sein können; für die Begründung einer neuen Species reichen sie jedoch nicht aus. Nach Häckel ist nun *Sph. italicum* Hkl. dadurch von *Sph. acuferum* Müll. unterschieden, dass die einfachen Nadeln bei der ersteren Species glatt, bei der letzteren durch Dornen rauh sind, und dass die bei *Sph. acuferum* vorhandenen vierschenkligen Nadeln *Sph. italicum* ganz fehlen. Selbst wenn diese Unterschiede durchgreifend

wären, was nicht der Fall ist, so würden sie mir doch zu geringfügig erscheinen, um auf sie allein eine neue Species zu begründen. Da nach Häckel's Angaben zwischen *Sph. acuferum* und *Sph. italicum* keine Verschiedenheiten im Weichkörper sich finden, und da ich selbst bisher keine Unterschiede im Bau oder in der Entwicklung der Individuen habe entdecken können, so muss ich *Sph. italicum* für eine Varietät von *Sph. acuferum* ansehen. —

Die alt-vegetativen und fructificativen Kolonien von *Sph. acuferum* sind stets kuglig. Nur jugendliche Qualster[1]) besitzen eine langgestreckte cylindrische Gestalt; doch habe ich rosenkranzförmige Einschnürungen an ihnen niemals beobachtet. Die Gallerte älterer Qualster ist durch bedeutende Consistenz und besonders auch dadurch ausgezeichnet, dass sie stärker als bei einer anderen Art opalisirend ist. Die Vacuolen sind weniger zahlreich, dafür aber grösser, als bei *Sph. punctatum*. Die kugligen Nester liegen nicht nur in der Nähe der Gallertoberfläche, sondern z. Th. auch im Innern der Kolonie zwischen den Vacuolen (s. das Schema Taf. 1 Fig. 42*d*). Ferner gelangte einmal im Mulder des Auftriebes ein isolirtes Nest von *Sph. acuferum* zur Beobachtung. Durch ihre verhältnissmässig sehr bedeutende Grösse und die gelbliche Färbung, welche durch die in grosser Anzahl vorhandenen gelben Zellen bedingt wird[2]), fallen die Individuen schon bei Betrachtung mit blossem Auge auf.

Die Centralkapselmembran ist ziemlich derb und fehlt selbst in jugendlichen Individuen niemals. Die Marksubstanz oder intracapsulare Sarkode alt-vegetativer Individuen enthält, wie es scheint, stets sehr zahlreiche, stark glänzende und meist etwas unregelmässig gestaltete Körner (Taf. 3 Fig. 13). Die Kerne, deren Lichtbrechungsvermögen erheblich stärker ist, als das des umgebenden Plasmas, sind zwar von recht ansehnlicher Grösse (im Leben etwa von 0,011 mm Durchmesser); da sie aber meist nur in etwa derselben Anzahl vertreten sind wie die Oelkugeln (Taf. 1 Fig. 17), so stehen sie der Gesammtmasse nach in einem auffallenden Missverhältniss zur Masse der Marksubstanz. Bei keiner anderen Sphaerozoëe ist relativ so wenig Kernsubstanz vorhanden wie bei dieser Species. Eine andere Eigenthümlichkeit von *Sph. acuferum* besteht darin, dass es — soweit bis jetzt bekannt — während

1) Ob die von mir als jugendliche Kolonien von *Sph. acuferum* gedeuteten Qualster wirklich sämmtlich dieser Species angehören, ist noch zweifelhaft. Eine Kolonie z. B. enthielt nur mässig grosse Individuen (Taf. 3 Fig 12. Vergr. $\frac{320}{1}$) mit mehreren Oelkugeln und grossen Kernen. Die Nester, an denen ein Mutterboden sich nicht erkennen liess, waren von (10—30) gelben Zellen dicht umgeben. Der Qualster selbst war cylindrisch (10 mm lang, 1,5 breit) und enthielt gar keine Nadeln. Ist es für diese Kolonie auch kaum wahrscheinlich, dass sie zu *Sph. acuferum* gehört, so muss ich es für eine andere jugendliche Kolonie noch ungewiss lassen, ob sie zu *Sph. acuferum* gestellt werden darf. Der betreffende Qualster war ebenfalls cylindrisch (6 mm lang) und enthielt 98 Individuen (Taf. 3 Fig. 1 Vergr. $\frac{320}{1}$). Das intracapsulare Plasma war stark lichtbrechend und schloss zahlreiche Oelkugeln sowie glänzende grobe und feine Körner ein. Von Nadeln fanden sich fast nur einfache Spicula, und zwar in allen Grössen, glatt oder mit wenigen oder sehr zahlreichen Dornen. Ausserdem kamen jedoch auch 4 Punctatum-Nadeln mit kurzem Mittelbalken und etwa ebenso viele vierschenklige Nadeln vor. Beide Arten von zusammengesetzten Spikeln waren mit Dornen versehen. Die Nadeln zeigten keine regelmässige Anordnung, sondern waren durch das sehr dichte Pseudopodiennetz zerstreut.

2) Ob ausserdem noch stets gelbe oder braune Pigmentkörner vorkommen, wie Häckel angiebt, weiss ich nicht. Ich habe nicht darauf geachtet.

des ganzen vegetativen Lebens, jedenfalls im alt-vegetativen Zustande, mehrere (etwa 12—20) Oelkugeln in jedem Individuum aufweist. Häckel giebt zwar für die beiden von ihm unterschiedenen Arten an, dass sie auch zuweilen mit nur einer Oelkugel versehen sind; doch werden das wohl nicht vegetative Entwicklungszustände, sondern vielleicht Isosporen-bildende Exemplare, welche mir überhaupt nie zu Gesicht gekommen sind, gewesen sein. Blaues Pigment und Krystalle werden bei der Anisosporen-Bildung, welche ich allein von fructificativen Zuständen constatirt habe, sicher nicht gebildet. — Die extracapsulare Sarkode oder Rindensubstanz setzt sich aus Pseudopodienplasma und Assimilationsplasma zusammen. Das letztere findet sich theils in dem recht dünnen Pseudopodienmutterboden, theils in Form kleiner Klumpen in den Pseudopodienbahnen (Taf. 4 Fig. 55). Die Pseudopodien sind fein, ausserordentlich zahlreich und im allgemeinen körnerlos. Das Pseudopodienplasma steht in Folge dessen in schroffem Gegensatz zum intracapsularen Plasma, das sehr reich an glänzenden und blasseren Körnern ist.

Sph. acuferum ist, ähnlich wie *Sph. neapolitanum*, meist mit 2 Arten von Nadeln versehen, mit einfachen und zusammengesetzten (Taf. 7 Fig. 1—8). Die einfachen Nadeln unterscheiden sich von den entsprechenden Skelettheilen des *Sph. neapolitanum* besonders durch ihre Länge. Dieselbe beträgt gewöhnlich 0,12—0,17, zuweilen weniger (0,02), selten mehr (bis 0,2 mm). Die Nadeln sind gewöhnlich mehr oder weniger gebogen, selten vollkommen gerade (Fig. 3, 5, 8). Zuweilen ist die Krümmung der Spicula so stark, wie in Fig. 3 dargestellt ist, unter Umständen sogar noch stärker. Die Oberfläche der Nadeln ist entweder glatt oder bei Vorhandensein kleiner oder grösserer Dornen rauh. Im letzteren Falle sind die Dornen gewöhnlich über das ganze Spiculum vertheilt und nicht, wie bei *Sph. neapolitanum* auf die Nachbarschaft der Enden beschränkt. In derselben Kolonie können glatte und mit Dornen versehene Nadeln vorkommen. Manchmal überwiegt die eine oder die andere Sorte, und zuweilen ist sogar die eine fast allein vertreten. In der Regel sind die mit Dornen versehenen Spicula länger und dicker als die glatten, doch kommt auch das Umgekehrte vor, oder die beiden Arten von Nadeln sind gleich lang. Verdickungen an den Spikeln, die bei *Sph. neapolitanum* so häufig vorkommen, habe ich bei *Sph. acuferum* nicht bemerkt. Dagegen fand ich auch hier geknickte Nadeln (Fig. 7) und solche, die mit einem sehr langen Seitendorn versehen waren und gegabelt erschienen (Fig. 6). — Von zusammengesetzten Nadeln kommen hauptsächlich die echten »Acuferum«-Nadeln vor, die aus 4 von einem Punkte ausgehenden und wie die Flächenachsen eines Tetraëders gestellten Schenkeln bestehen. Die Grösse der Schenkel ist sehr verschieden. Bei den kleinsten Nadeln, die ich fand, waren die Schenkel 0,04 mm lang; meist betrug die Länge 0,1—0,12, selten mehr (bis 0,18) mm. Grosse und kleine vierschenklige Nadeln können in derselben Kolonie, sogar an demselben Neste vorkommen. Die zusammengesetzten Spicula sind fast immer mit Dornen versehen, und zwar befinden sich dieselben entweder nur in der Nähe der Schenkelspitzen (Fig. 3, 4), oder sie sind ziemlich gleichmässig über das ganze Spiculum vertheilt (Fig. 2, 4, 5, 6). — Ausser den »Acuferum«-Nadeln habe ich in 2 Fällen auch »Punctatum«-Nadeln neben den einfachen Spikeln

angetroffen. Indem einen Falle handelte es sich um eine jugendliche Kolonie mit 94 Individuen (Taf. 3 Fig. 1, p. 244 Anm.), in welcher ausser zahlreichen einfachen Nadeln 4 Punctatum-Spicula und 5 Acuferum-Spicula vorhanden waren. Die Nadeln waren sämmtlich regellos verstreut, besassen aber schon eine ansehnliche Dicke. In den Grössenverhältnissen (Mittelbalken 0,007, Schenkel 0,02 mm lang) stimmten die Punctatum-Nadeln ziemlich mit denen von *Sph. neapolitanum*; sie unterschieden sich aber von diesen dadurch, dass sie zahlreiche und ansehnliche Dornen besassen. In dem anderen Falle (Taf. 7 Fig. 1) waren ebenfalls nur wenige (6), jedoch feine Punctatum-Spicula neben einfachen und Acuferum-Nadeln vorhanden. Diesmal unterschieden sie sich aber sofort von den Punctatum-Nadeln von *Sph. neapolitanum* durch die Länge des Mittelbalkens (0,015 mm). Sie stimmten in jeder Hinsicht überein mit den noch unfertigen, in den Pseudopodienbahnen gelegenen Nadeln von *Sph. punctatum*. — Wie bei *Sph. neapolitanum* ist auch bei *Sph. acuferum* die Anzahl der einfachen Nadeln stets grösser als die der zusammengesetzten. Zuweilen bemerkte ich nur 2 oder 3 Acuferum-Nadeln in einer Kolonie; in zwei Qualstern vermisste ich sie sogar gänzlich. Da ich bei den letzteren Exemplaren bezüglich der einfachen Nadeln und im Bau des Weichkörpers keine Unterschiede von anderen Exemplaren des *Sph. acuferum* auffinden konnte, so rechne ich sie zu dieser Species. — Die Anordnung der Nadeln ist eine sehr regelmässige. Mit Ausnahme von wenigen zwischen den Nestern liegenden, meist noch kleinen Spikeln, sind alle Nadeln in der Nähe der Individuen und fast sämmtlich tangential zu diesen gelagert (Taf. 4 Fig. 40). Von den einfachen Nadeln kreuzen sich meist je 3 wie Zeltstangen an einem Punkte. In Folge dieser regelmässigen Lagerung und ihrer bedeutenden Anzahl bilden sie ein zusammenhängendes Nadelgeflecht, das mantelförmig das Nest umgiebt. — Innerhalb des Nadelmantels liegen die gelben Zellen, welche ebenso zahlreich sind, wie bei *C. fulvum*, und ebenfalls, dicht an einander gedrängt, sämmtlich im Mutterboden liegen. —

Ausser vegetativen Zuständen wurden nur (und zwar mehrfach) in Anisosporen-Bildung begriffene Exemplare beobachtet (s. oben p. 169 Taf. 4 Fig. 40, Taf. 5 Fig. 40, 42, 62). — Zur Abtödtung von *Sph. acuferum* sind auffallender Weise Jodspiritus und Chromsäure gleich gut geeignet. Auch bei Anwendung von Sublimat oder Ueberosmiumsäure gelingt es, die Form der Kolonie und die Vertheilung der Individuen vollkommen lebenstreu zu fixiren (p. 11).

Maasse: Kolonie 3—4 mm, Individuen meist 0,13—0,15 (0,11—0,21) mm, Oelkugeln 0,02—0,03 mm Durchmesser. Spicula, einfache 0,12—0,17 (0,02—0,2) mm lang, Schenkel der vierschenkligen Nadeln 0,1—0,12 (0,04—0,18) mm lang.

Fundorte: *Sph. acuferum*: Nizza Müller (**3**); Messina, häufig Häckel (**5**), Villafranca Häckel (**7**); *Sph. italicum* Nizza, Neapel, Messina, häufig Häckel (**5**), Villafranca Häckel (**7**). — *Sph. acuferum* + *Sph. italicum* Neapel, selten und vereinzelt Brandt.

3. *Sphaerozoum punctatum* (Huxley) Müller sp.

Thalassicolla punctata Huxley (2) pro parte p. 434 Fig. 1—3.
Sphaerozoum punctatum Huxl. sp. Müller (3) p. 54. Taf. 8 Fig. 2.
Sph. punctatum Huxl. sp. + *Sph. ovodimare* Hkl. Häckel (5) p. 527 und 528 Taf 33 Fig. 5—9.
Sph. punctatum Huxl. sp. Brandt (18) p. 54.

Diagnose: Qualster kuglig oder ellipsoid mit zahlreichen Vacuolen. Spicula zahlreich, tangential gelagert, fast sämmtlich zusammengesetzte (Punctatum-)Nadeln mit Mittelbalken und jederseits desselben 3 divergirenden Schenkeln. Centralkapselmembran zart. Assimilationsplasma fehlt. Gelbe Zellen ziemlich zahlreich, alle an den Nestern[1]).

Sph. punctatum unterscheidet sich von den übrigen bis jetzt bekannten Arten koloniebildender Radiolarien durch die grosse Menge der Punctatum-Nadeln. Von *Sph. acuferum* und *Sph. neapolitanum* weicht es ausserdem durch den Mangel von Assimilationsplasma sehr erheblich ab. — Die Art findet sich im Golfe von Neapel fast zu jeder Jahreszeit (mit Ausnahme des Sommers) häufig und erreicht Ende September oder im October ihr Häufigkeitsmaximum. Im October 1883 kam *Sph. punctatum* sogar häufiger vor als irgend eine andere Sphaerozoëe. (Genaueres s. oben p. 107, 111, Taf. 8). —

Eine der »Varietäten« seiner *Thalassicolla punctata* bildet Huxley (2 Fig. 1—3) ab und schildert sie (p. 434) mit folgenden Worten: »Very frequently also each cell was surrounded by a zone of peculiar crystals somewhat like the stellate spicula of sponge, consisting of a short cylinder, from each end of which three or four conical spicula radiated, each of these again bearing small lateral processes.« — Diese Varietät erhob Müller (3 p. 3) zur Species *Sph. punctatum* und characterisirt sie folgendermaassen: »Die Spicula bestehen aus einem Mittelbalken, dessen entgegengesetzte Enden in 3 divergirende Schenkel auslaufen, welche so wie der Mittelbalken gleich den Flächenachsen eines Tetraëders gestellt sind. Stellt man sich 2 Tetraëder mit einer Fläche vereinigt vor, so haben sie eine der Flächenachsen gemeinsam, die anderen Flächenachsen frei auslaufend. Genau so sind die Schenkel der Spicula gestellt. Die Spicula gleichen also den Flächenachsen zweier vereinigter Tetraëder. Die Oberfläche der Spicula ist rauh von kleinen Zacken.« — Häckel (5 p. 527—529) bemerkte in Neapel und Messina häufig Kolonien, welche sich von *Sph. punctatum* nur dadurch unterschieden, dass die Spicula »glatt, ohne Zacken« sind, und nennt die neue Form *Sph. ovodimare*. Bei *Sph. punctatum* sind die Schenkel der älteren (dickeren) Spicula durch zahlreiche kleine Zacken und Dornen rauh; der Mittelbalken jedoch stets glatt. »Gewöhnlich sitzen an jedem der Schenkel 5—15 Dornen, seltener 20—30; sie sind conisch, spitz und stehen unter rechten Winkeln ab; die längsten stehen an der Basis, die kürzesten an der Spitze der Schenkel. Sie sind gewöhnlich nur ebenso lang, höchstens 2—4 mal so lang als die Breite des Mittelbalkens. Die jüngeren Spicula, welche noch sehr kurz und dünn sind und zwischen den Alveolen, nicht um die Nester zerstreut liegen, haben keine Dornen, sondern ganz glatte Schenkel. Man könnte daher geneigt sein, *Sph. ovodimare* nur für eine Varietät von *Sph. punctatum* zu halten; doch scheint der Mangel der Schenkeldornen einen constanten specifischen Unterschied zwischen beiden zu bedingen, indem ich bei *Sph. ovodimare* alle Spicula eines und desselben Qualsters stets vollständig glatt fand, auch wenn sie bedeutend grösser, als die dornigen Spicula

1) Vergl. die Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 12. Individuen $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 3 Fig. 6, 8, 9; Abgetödtet Taf. 4 Fig. 1, 3—10, 12, 13. Isosporen $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 5; Anisosporen-Bildung $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 28—34. Spicula $\frac{320}{1}$ Taf. 7 Fig. 18, 19, 22—24, 26, 28, 30, 35, 45, 46, stärker vergrössert Taf. 7 Fig. 49 (die 12 Figuren stellen Nadeln von ebenso vielen Kolonien dar).

von *Sph. punctatum* waren.« »Im Uebrigen habe ich keine weiteren Unterschiede zwischen beiden Arten auffinden können.« Die Qualster beider Arten sind »bald kuglig oder ellipsoid, bald cylindrisch, walzenförmig, glatt oder durch transversale Stricturen rosenkranzförmig in gleiche oder ungleiche hinter einander liegende Glieder abgetheilt.« Die Nester sind kuglig oder ellipsoid, biconvex linsenförmig oder bisquitförmig eingeschnürt; ihr Durchmesser beträgt 0,05—0,1, selten bis 0,15 oder 0,2 mm. Der Mutterboden ist eine körnige Schleimschicht von wechselnder Dicke und schliesst in der Regel nur eine mässige Anzahl von gelben Zellen ein. Bisweilen sind aber auch die gelben Zellen im ganzen Qualster zerstreut. Die conischen Schenkel der Spicula und der Mittelbalken variiren sehr in Dicke und Länge. »Bald sind die Schenkel nur $^1/_4$ oder $^1/_2$ so lang, bald ebenso lang, als der Mittelbalken, bisweilen sogar länger. . . . Auf Durchschnitten durch den lebenden Qualster liegen die Nester fast immer als linsenförmig abgeplattete Sphaeroide an der Oberfläche des Alveolen-Aggregates, umgeben von Haufen vollkommen ausgebildeter, grosser Spicula. Ferner sind aber auch zwischen den Alveolen selbst durch den ganzen Qualster eine Menge Spicula zerstreut, welche kleiner und feiner, als die um die Nester angehäuften sind, und jüngere Zustände darzustellen scheinen. Die kleinsten sind noch sehr kurze und dünne einfache Nadeln, an denen die 6 Schenkel kaum als feine Zähnchen der Enden angedeutet sind; an älteren sind die Schenkel zugleich mit den Mittelbalken an Länge und Dicke gewachsen[1].« Länge des Mittelbalkens der Spicula beider Arten 0,02—0,06 mm. — Nach Brandt (18 p. 390) sind die von Häckel angegebenen Unterschiede zwischen *Sph. punctatum* und *Sph. ovodimare* »so geringfügig und bei Vergleich einer grösseren Anzahl von Exemplaren so wenig durchgreifend, dass eine Vereinigung unbedingt nöthig erscheint.» —

Ich fasse vorläufig alle im Golfe beobachteten Kolonien, deren Individuen von zahlreichen tangential gelagerten Punctatum-Nadeln umgeben sind, zur Species *Sph. punctatum* zusammen, glaube jedoch nicht, dass sich die Art in diesem Umfange aufrecht erhalten lässt. Zur Abspaltung von neuen Arten berechtigt bei Formen mit so mangelhaft ausgebildeten und so ausserordentlich variirenden Skeletbildungen nur die Auffindung von Unterschieden im Weichkörper. Man könnte vielleicht nach der Länge des Mittelbalkens, nach dem häufigen oder seltenen Vorkommen von Dornen an den Nadeln, nach der verhältnissmässigen Grösse oder Menge der Spicula oder endlich nach dem Vorkommen oder Fehlen von abweichenden Nadelformen die Species *Sph. punctatum* in mehrere Arten zerlegen. Da jedoch alle diese Unterschiede in der Form der Nadeln nur relative sind, und da ausserdem zahlreiche Uebergänge vorkommen, so ist danach allein keine sichere Abgrenzung von Arten möglich[2]. Einen grösseren systematischen Werth als der Nadelform kann man vielleicht der Anordnung der Spicula beimessen. Es wird auch vielleicht gelingen, die von mir zuweilen beobachteten Kolonien mit wenig zahlreichen, durch die Gallerte verstreuten, regellos vertheilten Punctatum-Nadeln von *Sph. punctatum* abzutrennen. Die wenigen Unterschiede, welche ich im Weich-

1) Die gesperrt gedruckte Angabe, aus welcher deutlich hervorgeht, dass auch Häckel ein Längenwachsthum des Mittelbalkens annimmt (s. oben p. 62), habe ich bei Abfassung meiner früheren Mittheilung (18) übersehen.

2) In den 12 Figuren 18, 19, 22—24, 26, 28, 30, 35, 45, 46, 49 der Tafel 7 habe ich Nadeln von ebenso vielen Kolonien dargestellt, welche alle im Golfe von Neapel gefunden worden sind, und die ich sämmtlich als Angehörige der Species *Sph. punctatum* ansehe. Wahrscheinlich gehören auch die Taf. 7 Fig. 25 und 27 dargestellten Nadeln von zwei anderen Kolonien, die nicht im Golfe gefunden sind, zu *Sph. punctatum*. Dagegen lassen sich die Kolonien, von denen Taf. 7 Fig. 21, 29, 40 und Taf. 4 Fig. 20, 21 Nadeln oder conservirte Individuen dargestellt sind, mit Sicherheit von *Sph. punctatum* unterscheiden. Ich gehe an dieser Stelle darauf nicht näher ein, da die betreffenden Kolonien nicht aus dem Golfe oder dem Mittelmeer stammen, und werde sie bei einer späteren Gelegenheit ausführlich schildern. Von den sonst ähnlichen Sphaerozoen des Golfes unterscheiden sie sich leicht durch die Grösse, Mannigfaltigkeit und unregelmässige Vertheilung der Nadeln, sowie durch die Derbheit der Centralkapselmembran.

körper der im Golfe beobachteten Exemplare von *Sph. punctatum* auffinden konnte, betreffen die Form der Kolonie und die Grösse der Nester. Ganz besonders fielen mir einige langgestreckt wurstförmige Qualster mit ungewöhnlich kleinen Nestern auf; der Durchmesser der letzteren war etwa $^1/_3$, höchstens halb so gross als in typischen Exemplaren von *Sph. punctatum*. Es ist jedoch vorläufig nicht die Möglichkeit ausgeschlossen, dass diese Kolonien Jugendzustände von *Sph. punctatum* waren. —

Die Qualster von *Sph. punctatum* sind gewöhnlich kuglig, seltener ellipsoid oder eiförmig, nie gegliedert und von sehr fester Consistenz. Ihr Durchmesser beträgt 3,5—6 mm oder weniger, selten mehr (bis 7 oder 8 mm). Die Gallerte ist von sehr zahlreichen Vacuolen durchsetzt, die nach innen zu grösser werden. (Eine jugendliche Kolonie besass nur eine einzige grosse Vacuole.) Wenn die Vacuolen ganz fehlen, was zuweilen vorkommt, so liegen alle Individuen im inneren Theil der Kolonie; sonst befinden sie sich grösstentheils nahe der Gallertoberfläche, doch kommen einzelne auch zwischen den Vacuolen vor. Die Nester sind nur wenig linsenförmig abgeplattet und besitzen von oben gesehen einen kreisförmigen Contour. Manchmal weisen die Individuen desselben Qualsters recht erhebliche Grössenverschiedenheiten auf, eine Erscheinung, die wohl durch Verschmelzung von 2 verschiedenaltrigen Kolonien zu erklären ist. — Die Centralkapselmembran ist ziemlich zart; die Marksubstanz vegetativer Individuen enthält viele Vacuolen (Taf. 4 Fig. 53), einzelne grobe glänzende Körner und zahlreiche blasse feine Körnchen. Die Kerne liegen in einfacher Schicht. Die Krystalle (0,008 mm lang) werden ausserhalb der Kernzone gebildet. Blaues Pigment fehlt im Allgemeinen ganz (s. oben p. 50). Die Oelkugel ist farblos und besitzt ein sehr deutlich geschichtetes Substrat. — Die Rindensubstanz ist frei von Assimilationsplasma, weist nur feine blasse und wenig zahlreiche Körnchen auf und bildet einen nur sehr dünnen Mutterboden an den Individuen. Die zwischen den Individuen und zwischen den Vacuolen befindlichen Pseudopodien sind meist netzförmig, während nach der Peripherie der Kolonie gewöhnlich einfache parallele, nicht verzweigte Pseudopodien ausstrahlen (Taf. 4 Fig. 69). —

Die Nadeln bestehen fast sämmtlich »aus einem Mittelbalken, dessen entgegengesetzte Enden in 3 divergirende Schenkel auslaufen, welche so wie der Mittelbalken gleich den Flächenachsen eines Tetraeders gestellt sind«. Es kommen jedoch recht mannigfache Variationen vor. Zunächst ist zu bemerken, dass der Mittelbalken zuweilen sehr lang ist; die Spicula sind dann denjenigen von *Sph. Häckeli* sehr ähnlich. Entweder sind fast alle Nadeln einer Kolonie durch bedeutende Länge des Mittelbalkens ausgezeichnet (Taf. 7 Fig. 24) oder nur ein Theil derselben (Taf. 7 Fig. 26). Andererseits kommt es in vereinzelten Fällen auch vor, dass der Mittelbalken so sehr reducirt ist, dass die 6 Schenkel fast von einem Punkte ausgehen (Taf. 6 Fig. 23). In einem Falle bemerkte ich, dass der Mittelbalken, der sonst gewöhnlich ganz frei von Dornen ist, feine Dörnchen besass (Taf. 7 Fig. 49). In 2 verschiedenen Kolonien fand ich auch Nadeln, deren Mittelbalken je einen sehr langen Dorn besass. Der Dorn war in derselben Weise, wie die Schenkel, mit Seitendornen besetzt (Taf. 7 Fig. 35*c*). Einmal waren sogar an einem schwach geknickten Mittelbalken 3 Dornen vorhanden, die dicht bei einander, in der

Nähe der Knickstelle, entsprangen und, ähnlich wie die Schenkel, nach verschiedenen Richtungen des Raumes ausgehend, Seitendornen besassen (Taf. 7 Fig. 24*b*). Die Schenkel sind nicht immer in gleichem Grade gespreizt. Man findet sogar an demselben Individuum Nadeln mit sehr stark, und solche mit ungewöhnlich schwach divergirenden Schenkeln. Die Nadeln gleichen also nicht immer »den Flächenachsen zweier vereinigter Tetraeder«. Die Anzahl der Schenkel betrug meist jederseits des Mittelbalkens 3, doch kamen neben solchen Nadeln nicht selten auch Spicula vor, welche an dem einen Ende des Mittelbalkens 4 Schenkel (Taf. 7 Fig. 24*b*, 28*a*, 35*a*, 35*c*) oder nur 2 (Taf. 7 Fig. 49) besassen. Die Schenkel sind meist mit Dornen besetzt. Ich beobachtete allerdings auch einige Kolonien, deren Nadeln sämmtlich glatt, frei von Dornen waren. Da ich jedoch ausserdem Qualster bemerkte, welche neben glatten Nadeln auch wenige oder viele mit Dornen besetzte Spicula enthielten, und da ich, ebenso wenig wie Häckel, Unterschiede im Bau der mit glatten und der mit dornigen Nadeln versehenen Kolonien auffinden konnte, so messe ich dem Vorhandensein oder Fehlen der Dornen keinen grossen systematischen Werth bei. Wenn Dornen vorkommen, so finden sich entweder nur 3 an jedem Schenkel, nahe der Spitze, oder mehr. Im letzteren Falle kann es vorkommen, dass die ganze Nadel mit spitzen Höckern und grösseren Dornen dicht bedeckt ist, und dass die letzteren noch secundäre Dörnchen tragen. In einer Kolonie fanden sich neben den gewöhnlichen Nadeln auch einige Spikeln, deren einer Schenkel zu einem Mittelbalken umgewandelt war und an seinem Ende wieder 3 Schenkel trug (Taf. 7 Fig. 22). Auf diese Weise entstanden doppelte Punctatum-Nadeln. Ausser Punctatum-Nadeln fand ich in mehreren Fällen auch einfache Nadeln (Taf. 7 Fig. 30 und 45) oder vierschenklige (Acuferum-) Spicula (Taf. 7 Fig. 49). Die Taf. 7 Fig. 49 (rechts) dargestellte ösenbildende Nadel habe ich nur ein einziges Mal gesehen. Die Lagerung der Spicula ist ähnlich wie bei *Sph. acuferum*. Fast sämmtliche Nadeln umgeben die einzelnen Nester in Form eines lockeren Nadelmantels; in den Pseudopodienbahnen finden sich nur vereinzelte und meist junge Spikeln. —

Auch die gelben Zellen liegen alle oder doch fast sämmtlich in der unmittelbaren Umgebung der Individuen und sind meist in seichte Einsenkungen der Centralkapselmembran eingedrückt (Taf. 3 Fig. 8, 9, Taf. 4 Fig. 4, 5, 7, 8 etc,) Bei der Schwärmerbildung ihrer Wirthe gerathen die Algen nicht in Mitleidenschaft.

Isosporen-Bildung und Anisosporen-Bildung wurde genauer untersucht (s. oben p. 159 und 168). Wahrscheinlich findet in einem jüngeren Lebensalter auch die Bildung extracapsularer Körper statt (p. 193). — Durch Jodspiritus (oder reinen Alkohol) und durch Ueberosmiumsäure werden die Kolonien sehr gut fixirt, während bei Behandlung mit Chromsäure die Individuen aus einander fallen. Sublimat fixirt zwar die Form der Kolonie, doch sind die so abgetödteten Exemplare für Untersuchung der intracapsularen Theile nicht geeignet. —

Maasse: Kolonie 3—6 (oder 8) mm, Individuen 0,07—0,13 mm, Oelkugel 0,045 mm Durchmesser, Mittelbalken der Spicula 0,01—0,02 (0,006—0,05) mm, Schenkel 0,015—0,025 (0,006—0,04) mm lang.

Fundorte: *Sph. punctatum* Messina, Nizza, Müller (**3**), Neapel, Messina häufig Häckel (**5**), *Sph. ovodimare* Neapel, Messina häufig Häckel (**5**), Villafranca Häckel (**7**), *Sph. punctatum* (+ *ovodimare*) Neapel sehr häufig Brandt.

4. *Sphaerozoum Häckeli* n. sp.

Diagnose: Qualster kuglig oder wurstförmig, niemals gegliedert. Spicula ganz vereinzelt, Punctatum-Nadeln mit langem Mittelbalken. Centralkapselmembran sehr zart. Assimilationsplasma fehlt. Pseudopodien grossentheils radiär. Gelbe Zellen wenig zahlreich, dicht an die Individuen gepresst[1]).

Diese Species muss von *Collozoum Hertwigi* und *Sph. punctatum*, mit denen sie nach der Form der Nadeln übereinstimmt, getrennt werden. Von *C. Hertwigi* unterscheidet sie sich sofort durch die geringere Grösse der Individuen und die Feinheit der Centralkapselmembran, von *Sph. punctatum* durch das fast völlige Fehlen der Nadeln. Dass *Sph. Häckeli* nicht etwa, wie ich anfangs vermuthete, ein Jugendzustand von *Sph. punctatum*, sondern eine besondere Species ist, geht aus der oben (p. 169) geschilderten eigenthümlichen Weise der Anisosporen-Bildung mit Sicherheit hervor.

Ich habe im Ganzen 8 Exemplare der Species in den Monaten Februar, November und besonders im December der Jahre 1879, 1883 und 1884 beobachtet.

Die Kolonien sind kuglig oder wurstförmig, besitzen weiche Gallerte und mehrere ziemlich grosse Vacuolen und sind nie gegliedert. Die Individuen sind ziemlich klein, meist ungefähr kuglig, doch nicht regelmässig, zuweilen birn- oder biscuitförmig und lassen in manchen Stadien die Kerne, welche in einfacher Schicht liegen, ungemein deutlich erkennen. Die Oelkugel ist farblos und klein, die Centralkapselmembran sehr zart, der Pseudopodienmutterboden ausserordentlich dünn. Assimilationsplasma fehlt. Die Pseudopodien sind sehr zahlreich, körnerlos und fein und strahlen fast genau radiär von den Nestern aus. Die Spicula finden sich stets nur in sehr geringer Anzahl (1—4); sie liegen nie an den Individuen und sind Punctatum-Nadeln mit meist sehr langem Mittelbalken (Taf. 3 Fig. 10, 11 *a*, *b*). Die gelben Zellen liegen zu 4—5 (höchstens 7) an den Individuen, sind, wie bei *Sph. punctatum*, dicht an die Centralkapselmembran gepresst und erleiden während der Anisosporen-Bildung keine Veränderungen. Von reproductiven Zuständen wurde nur Anisosporen-Bildung beobachtet. Die Fructification scheint schon am Ende der jung-vegetativen Periode stattzufinden. Makro- und Mikrosporen sind nicht nur der Grösse, sondern auch der Form nach verschieden und enthalten meist 2 kleine Krystalle (Taf. 5 Fig. 28 *a*, *b*). — Ueber das Verhalten der Kolonien gegen Reagentien liegen keine Notizen vor.

---

1) Vergl. die Abbildungen: Individuen Vergr. $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 3 Fig. 10, 11, abgetödtet Taf. 4 Fig. 2. Anisosporen Vergr. $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 28.

Maasse; Kolonien: kuglige 2 mm Durchmesser, wurstförmige 4 mm lang, 0,35 mm dick. Individuen vegetativ 0,05—0,07, Anisosporen-bildend 0,07—0,1 mm Durchmesser. Oelkugeln 0,012—0,016. Verhältniss des Durchmessers der Oelkugeln und der Individuen 1 zu 4. Makrosporen 0,0145, Mikrosporen 0,0095 mm lang.

Fundort: Neapel, selten.

B. 2. Fam.: **Collosphaerida.**

Die wichtigsten Unterschiede zwischen den Collosphaeriden und den Sphaerozoiden habe ich oben (p. 212, vergl. auch p. 172 und 174) bereits angeführt, so dass ich an dieser Stelle nicht darauf zurückzukommen brauche.

Häckel unterscheidet auf Grund ausgedehnter Untersuchungen (**19** p. 471) folgende Collosphaeriden-Gattungen:

1. Subfam. Acrosphaerida. Symbelaria testis clathratis simplicibus subglobosis irregularibus. — A. testa laevi, sine spinis et tubulis. *Collosphaera.* B. testa spinosa, spinis basi clathratis. *Acrosphaera.* C. testa bacillis radiosis centripetis, ab interna testae facie introrsum prodeuntibus. *Tribonosphaera.* D. testa tubulosa, pororum parte in tubulos clathratos producta. *Siphonosphaera.*

2. Subfam. Clathrosphaerida. Symbelaria testis clathratis subglobosis duplicibus concentricis (externo et interno globo per rad. unitis). — A. testae externae superficie laevi. *Clathrosphaera.* B. testae externae superficie spinosa. *Xanthiosphaera.* —

Ich habe von diesen Gattungen nur *Collosphaera*, *Acrosphaera* und *Siphonosphaera* in je einem Vertreter gefunden, und kann über die Genera *Tribonosphaera*, *Clathrosphaera* und *Xanthiosphaera* hier nichts weiter anführen. Den Genusnamen *Acrosphaera* bringe ich für *Collosph. spinosa* Hkl. (1862) in Anwendung, weil auf diese Species die Diagnose von *Acrosphaera* passt und eine Trennung der Art *Collosph. spinosa* von der Gattung *Collosphaera* auch mir nöthig erscheint. —

Häckel macht in seiner Monographie (**5** p. 531, 533) darauf aufmerksam, dass Ehrenberg (Mikrogeologie und Monatsber. Akad. Berlin 1854, 1858, 1860) eine Anzahl von Kieselschalen beschreibt, welche möglicherweise von Collosphaeriden gebildet sind. Die Gattungen, welche nach Häckel hier in Betracht kommen könnten, bezeichnet Ehrenberg als *Disolenia*, *Trisolenia*, *Tetrasolenia*, *Polysolenia*, *Mazosphaera*, *Cenosphaera*, *Dermatosphaera* und *Acanthosphaera*. Häckel's grosses Werk über die Challenger-Radiolarien wird wohl Aufschluss über diese Schalen bringen. —

Die von mir im Golfe beobachteten 4 Arten von Collosphaeriden bieten folgende Unterschiede dar:

	Kolonie	Individuen	Central-kapsel-membran	Assimila-tionsplasma	Kerne	Gitterschale der Individuen	Gelbe Zellen
Myxosph. coerulea	Alt-vegetative Zustände: wurstförmig (bis 100 mm lang, 3—4 dick) mit sehr vielen Vacuolen; dann kürzer cylindrisch mit wenigen Vacuolen. Während der Fructification kuglig (9—10 mm Dm.) mit einer Vacuole.	0,042—0,068.	Derb.	Fehlt.	1 Lage (Krystalle innen davon gebildet).	Fehlt.	Zerstreut, meist in einer Zone nahe der Gallertoberfläche.
Collosph. Huxleyi	Kuglig, 1 Vacuole (junge Kolonien cylindrisch).	Kleine 0,04—0,09 Grosse 0,1—0,14. Bei Fructification grosse Krystalle (0,03 — 0,04 mm lang) an der Oelkugel.	Sehr dick.	Fehlt.	2 Lagen.	Nicht immer regelmässig kuglig. 2 verschiedene Grössen: kleine 0,04—0,085, grosse 0,11—0,16. Glatt. Oeffnungen sehr verschieden.	Fast alle in den Schalen.
Acrosph. spinosa	Kuglig, 1 Vacuole. 1—3,2 mm (Jung: cylindrisch.)	0,11—0,135. Oelkugel blass bräunlich.	Derb.	Fehlt.	2 Lagen.	Kuglig, alle gleich gross (0,12—0,15). Oeffnungen: grosse und kleine. Besonders die grossen in einen durchlöcherten Kegel oder senkrechte Dornen verlängert.	Alle in den Schalen.
Siphonosph. tenera.	Kuglig, 1 Vacuole. 2—4 mm. (Jung: cylindrisch.)	0,07—0,1, zu 3—6 gruppenweise beisammen.	Zart.	Vorhanden in Form grosser Klumpen (0,05—0,18 mm Dm.) nie im Mutterboden.	1 Lage.	Kuglig, dünn, alle gleich gross (0,075 — 0,11). Grosse und sehr kleine Oeffnungen. Erstere in sehr kurze Tuben ausgezogen.	Fast alle in den Klumpen von Assimilationsplasma, nie in den Schalen.

Den Eigenthümlichkeiten der Skeletbildungen ist bei den Collosphaeriden ein höheres Gewicht beizulegen als bei den Sphaerozoiden, weil gegitterte Kieselschalen eine höhere Skeletform repräsentiren als isolirte Nadeln, und weil die 4 Arten nicht nur dem Skelet nach verschieden sind, sondern auch im Bau des Weichkörpers vegetativer und fructificativer Zustände von einander abweichen. *Siphonosph. tenera* z. B., die durch den Besitz einer eigenthümlichen Schale charakterisirt ist, unterscheidet sich von allen übrigen bis jetzt bekannten

Sphaerozoëen auch dadurch, dass sehr grosse Klumpen von Assimilationsplasma vorhanden sind, welche die gelben Zellen enthalten, und um welche sich je 3—6 Individuen gruppiren. Ferner weicht *Collosphaera* unter anderem durch die merkwürdigen grossen Krystalle, welche bei der Fructification gebildet werden, von den übrigen Sphaerozoëen ab etc. Für die skeletlose Species *Myxosph. coerulea (Colloz. coer.* Hkl.) musste ich ein besonderes Genus errichten, weil sich die Art in den vorhandenen Gattungen nicht unterbringen lässt.

1. Gattung *Myxosphaera* n. g.

Collozoum Hkl. pro parte Häckel (**5**) p. 523.

Diagnose: Individuen sehr klein, nahe bei einander liegend, ohne Gitterschale. Assimilationsplasma fehlt. Fructificative Zustände mit blauem Pigment.

Wie von den meisten anderen Collosphaeriden-Gattungen, habe ich auch von *Myxosphaera* nur eine Species beobachtet, so dass ich nicht weiss, wie weit die Eigenthümlichkeiten dieser Species für die ganze Gattung charakteristisch sind. Ausser durch den völligen Mangel von Skeletbildungen ist die bis jetzt bekannte *Myxosphaera*-Art von den übrigen Collosphaeriden besonders durch die Kleinheit und das nahe Beisammenliegen der Individuen und durch die eigenthümlichen Veränderungen, welche die Form der Kolonie erleidet, sobald der fructificative Zustand beginnt, ausgezeichnet.

Die Gründe, welche zur Trennung der Species *Collozoum coeruleum* Hkl. von den Sphaerozoiden und zur Aufstellung der Gattung *Myxosphaera* Veranlassung gegeben haben, sind kurz folgende: Die Bildung von Anisosporen verläuft bei *Myxosphaera* ähnlich wie bei den mit Schale versehenen Sphaerozoëen und abweichend von allen Sphaerozoiden. Während bei *Collozoum* und *Sphaerozoum* gar keine oder nur sehr kleine Krystalle für die Anisosporen gebildet werden, stimmen bei *Myxosphaera* die Krystalle der Anisosporen mit denen der Isosporen überein. Ferner ist die Gruppenbildung der Kerne, wie bei Collosphaeriden, nur eine kurz vorübergehende Erscheinung; ausserdem sind die Makrosporen- und Mikrosporen-Kerne auf verschiedene Individuen vertheilt und zeigen eine so deutliche Differenzirung in chromatische und achromatische Substanz, wie sie nur bei Collosphaeriden sich ausgeprägt findet. Endlich besitzt *Myxosphaera*, ebenso wie die Collosphaeriden, einen Gallertklumpen in den Vacuolen und zeigt bei Behandlung mit Abtödtungsmitteln ein ähnliches Verhalten wie *Collosphaera.* Auch die übrigen Eigenthümlichkeiten der *Myxosphaera* — die Dicke der Centralkapselmembran, das Auftreten von blauem Pigment bei der Schwärmerbildung, etc. — sprechen eher für als gegen eine Vereinigung mit den Collosphaeriden.

Myxosphaera coerulea Hkl. sp.

Sph. bicellulare Müll.? Müller (**3**) p. 54 Taf. 8 Fig. 5.
C. coeruleum Hkl. Häckel (**5**) p. 523 Taf. 32 Fig. 6—8.
C. inerme Müll. sp. pro parte ? Häckel (**5**) p. 522 Taf. 35 Fig. 5, 9.

Diagnose: Qualster alt-vegetativer Zustände cylindrisch, fructificativer Sta-

dien kuglig. Centralkapselmembran derb; Kerne in einfacher Schicht; Krystalle an der Innenseite derselben gebildet. Gelbe Zellen zerstreut[1]).

Myxosph. coerulea gehört zu den häufigsten Sphaerozoëen des Golfes und findet sich fast ausschliesslich während der Herbstmonate, zuweilen in colossalen Schwärmen. In den übrigen Jahreszeiten gelangte die Species selten oder gar nicht zur Beobachtung (s. oben p. 109, 111 und Taf. 8).

Häckel, der Entdecker dieser Species, giebt folgende Diagnose (5 p. 523): »Centralkapseln kuglig oder abgeplattet sphäroid, linsenförmig, seltener ellipsoid, niemals polygonal, mehr oder weniger dicht mit dunkelblauen oder violetten Pigmentkörnern erfüllt«. Ob die blaue Pigmentirung hinreicht, um *C. coeruleum* von *C. inerme* als Art zu trennen, ist noch zweifelhaft; doch fanden sich neben blauen Nestern nie farblose Individuen bei *C. coeruleum*, und nie blaue neben den farblosen Nestern von *C. inerme*. »Die Qualster von *C. coeruleum* sind meistens kleiner, als die von *C. inerme*, seltener langgestreckt cylindrisch oder rosenkranzförmig eingeschnürt, meistens kuglig oder ellipsoid, von 2 — 10 mm Durchmesser«. Die Qualster sind fester und derber als bei *C. inerme*. Die Membran der Nester (Dm. 0,06—0,12 mm) ist sehr derb; häufig war daran (bei zerquetschten Nestern und isolirter Membran) eine sehr feine, aber deutliche und regelmässige polygonale Zeichnung sichtbar, wahrscheinlich der Abdruck der dicht an einander gepressten hellen Bläschen des Kapselinhalts. Der Durchmesser der Ölkugel beträgt $\frac{1}{3}$ von dem des Nestes. Ausser wasserhellen Bläschen (0,008—0,012 mm Dm.) sind fast immer kleine Krystalle (0,005—0,008 mm lang), ganz constant aber mehr oder minder ansehnliche Mengen blauer Pigmentkörner im Kapselinhalt bemerklich. Meist sind Pigmentkörner und die sehr zahlreichen wetzsteinförmigen Krystalle als ein dichter undurchsichtiger blauer Hof um die centrale Oelkugel angehäuft. »Oft haben dann die Nester ganz das Aussehen eines Auges, indem der centrale Oeltropfen der Pupille der blaue Pigmenthof der Iris, die farblose peripherische Schicht der Sclerotica gleicht. Wenn dagegen das Pigment reichlicher ist, so erfüllt es auch alle Zwischenräume zwischen den kugligen wasserhellen Bläschen des peripherischen Nestinhalts, und erscheint dann entweder an der Oberfläche der Nester in netzförmigen Zügen, zwischen denen als farblose Maschen die äussersten Bläschen sichtbar bleiben, oder aber es nimmt so sehr überhand, dass es auch diese völlig verdeckt, und schliesslich das ganze Nest als eine vollkommen undurchsichtige Kugel erscheint, die bei auffallendem Licht violettblau, bei durchfallendem schwarz ist. Nach Einwirkung von Mineralsäuren erscheint die innere, aus Krystallen und Pigment zusammengesetzte Lage, die den centralen Oeltropfen umschliesst, wie durch eine besondere Membran von der peripherischen Zone der farblosen Bläschen scharf abgeschlossen, wogegen nach Einwirkung von kaustischen Alkalien der zu einer hellblauen Flüssigkeit gelöste Farbstoff den ganzen Kapselinhalt durchdringt.« Der Mutterboden ist meist sehr dünn, selten so entwickelt wie bei *C. inerme*. »Gewöhnlich bildet er eine sehr dünne, helle Schleimschicht mit spärlichen hellen Bläschen und dunkeln Körnern«. Die gelben Zellen sind weniger zahlreich als bei *C. inerme*, dagegen zuweilen grösser, als bei den meisten anderen Radiolarien (bis 0,025 mm Dm.). Häufig finden sie sich nur zwischen den Nestern im Alveolenkörper zerstreut, nicht rings um die Nester angehäuft.

Alt-vegetative Kolonien von *Myxosph. coerulea* sind wurstförmig und erscheinen ähnlich denen von *Sph. neapolitanum*. Wie diese besitzen sie eine recht widerstandsfähige Gallerte und ausserordentlich zahlreiche kleine Vacuolen (Taf. 1 Fig. 40, Taf. 5 Fig. 60). Man braucht aber nur die fraglichen Qualster in Chromsäure oder Jodspiritus zu legen, um festzustellen,

---

1) Vergl. die Abbildungen: Kolonie Vergr. $\frac{2}{1}$ Taf. 1 Fig. 40, 8, 7, 9, 2, 6, 3, 4, 5, Taf. 5 Fig. 60; Vergr. $\frac{10}{1}$ Taf. 2 Fig. 5; Schema $\frac{50}{1}$ Taf. 1 Fig. 42*a*; Individuen $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 2 Fig. 18, 10, abgetödtet Taf. 4 Fig. 14, 15. Individuenhaufen in der Vacuolengallerte Taf. 5 Fig. 58. Schema der Isosporen-Bildung $\frac{500}{1}$ Taf. 5 Fig. 11*a*—*d*. Stadien der Anisosporen-Bildung $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 51—53.

welche Species man vor sich hat. Die Gallerte der genannten 2 Arten verhält sich Abtödtungsmitteln gegenüber entgegengesetzt. Bei Beginn des fructificativen Zustandes verschmelzen die vielen kleinen Vacuolen der *Myxosphaera*-Kolonie zu wenigen grossen (Taf. 1 Fig. 7, 8) und schliesslich zu einer einzigen Vacuole (Taf. 1 Fig. 2—6), indem sich zugleich die Kolonie zur Kugel abrundet. Dieser Uebergang findet in wenigen Tagen statt und lässt sich an cultivirten Exemplaren leicht verfolgen. Zuweilen findet man ringförmige Kolonien, und zwar entweder mit mehreren bis vielen oder einer einzigen (dann ebenfalls ringförmigen) Vacuole. Trotz der anscheinend so grossen Mannigfaltigkeit, welche *Myxosphaera* in der Form der Kolonie und der Vertheilung der Vacuolen aufweist, sind beide Merkmale von systematischer Bedeutung. Allerdings darf man die fructificativen Stadien nur mit den entsprechenden Entwicklungszuständen anderer Arten und ebenso die vegetativen Qualster nur mit den vegetativen Kolonien der anderen Species vergleichen. Die wurstförmigen (alt-vegetativen) Kolonien von *Myxosph. coerulea* zeichnen sich durch bedeutende Grösse aus (bis 100 mm), die mit wenigen oder nur einer grossen Vacuole versehenen Qualster dadurch, dass die Vacuolen nicht mit wässriger Flüssigkeit, sondern mit Gallerte erfüllt sind. Ob auch die vielen kleinen Vacuolen der früheren Entwicklungszustände Gallerte enthalten, konnte ich nicht feststellen. Die Vacuolen-Gallerte, welche ich bisher nur bei Collosphaeriden (und zwar bei sämmtlichen Species) constatirt habe, ist bei *Myxosphaera* von grösserer Consistenz und deshalb leichter nachweisbar, als bei den anderen Collosphaeriden[1]). Die Gallertkugel der Vacuolen bleibt nach dem Ausschwärmen der *Myxosphaera*-Zoosporen noch tagelang erhalten. Der dünne Gallertmantel, welcher in fructificativen Qualstern die kuglige Gallertvacuole umgiebt, ist bei durchfallendem Lichte leicht grau, bei auffallendem Lichte opalisirend. In einigen Fällen beobachtete ich bei fructificativen Kolonien die auffallende Erscheinung, dass eine Kolonie in eine andere eingeschachtelt war. Es fanden sich nämlich zuweilen mitten in der mit weicher Gallerte erfüllten Vacuole kleine Kolonien, welche im wesentlichen den grossen glichen, aber nur wenige Individuen enthielten (Taf. 5 Fig. 48 *a*—*c*, s. oben p. 77). Das Vorkommen von schmarotzenden Hyperien in der Vacuolengallerte von *Myxosphaera* habe ich oben bereits geschildert (p. 139).

Die Nester, welche stets sehr dicht beisammen liegen, sind von auffallend geringer Grösse (meist 0,05 — 0,06 mm Dm.) und besitzen einen regelmässigen kreisrunden Contour (Taf. 1 Fig. 42 *a* Schema). Ihre Centralkapselmembran ist sehr derb und leicht nachweisbar (p. 29). Bei der Fructification zieht sich der Inhalt etwas von ihr zurück. Der Centralkapselinhalt lässt bisweilen eine Sonderung in eine äussere kernführende und eine innere, die Oelkugel umschliessende Schicht erkennen. Besonders deutlich ist die Differenzirung des intracapsularen Plasmas bei Beginn der Fructification; sie ist dann — wie auch Häckel hervorhebt — zuweilen so scharf, dass man zu der irrigen Annahme verleitet werden könnte, es sei eine trennende Membran vorhanden. Ich vermuthe, dass auch Müller solche Zustände

1) Ich habe aus diesem Grunde die Gattung *Myxosphaera* benannt.

vor sich gehabt, und dass er für sie den Namen *Sph. bicellulare* aufgestellt hat (s. oben p. 219 und 220). Die Species *Myxosph. coerulea* ist im Golfe überaus häufig und ist ausserdem von Häckel auch bei Villafranca beobachtet worden, so dass man wohl vermuthen darf, dass sie auch Müller in Nizza begegnet ist. Da aber bei der Unvollkommenheit der Angaben Müller's Klarheit darüber, ob sein *Sph. bicellulare* mit Häckel's *C. coeruleum* identisch ist, nicht zu erlangen ist, so empfiehlt es sich, den von Häckel eingeführten Speciesnamen beizubehalten. — Das blaue Pigment findet sich keineswegs, wie Häckel glaubte, »ganz constant« bei *Myxosph. coerulea*, sondern es tritt, ebenso wie bei *Collosph. Huxleyi*, nur in reproductiven Stadien auf. Die farblosen vegetativen Zustände scheint Häckel als *C. inerme* gedeutet zu haben (s. oben p. 221). Die Kerne liegen in einer einfachen Schicht und sind während der Isosporen-Bildung so dicht zusammengedrängt, dass sie sich gegenseitig stark abplatten. An ihrer Innenseite treten die Krystalle auf, welche eine verhältnissmässig recht ansehnliche Grösse (bis 0,008 mm) besitzen. Das Substrat der farblosen Oelkugel liess keine Schichtung erkennen. —

Das extracapsulare Plasma ist frei von Assimilationsplasma. Der Mutterboden bildet nur bei fructificativen Individuen, welche ihre Pseudopodien grossentheils eingezogen haben, eine dicke Schicht; bei vegetativen Nestern ist er dagegen ausserordentlich dünn. Das Pseudopodiennetz ist stark entwickelt und besteht gewöhnlich aus feinen Strängen. In ihnen bemerkte ich fast stets ziemlich zahlreiche Plasmastücke, die etwas stärker lichtbrechend waren, als das Pseudopodienplasma, und eine etwas unregelmässige Gestalt besassen (Taf. 2 Fig. 10, 18). Die gelben Zellen, von denen etwa 1—2 (höchstens 4) auf ein Individuum kommen, liegen nur ausnahmsweise an den Nestern und finden sich meist in einer Zone nahe der Gallertoberfläche. Sie bleiben bei der Fructification ihrer Wirthe unverändert.

Ausser alt-vegetativen Zuständen beobachtete ich nur noch fructificative (Isosporen- oder Anisosporen-bildende) Stadien mit Sicherheit. Bezüglich der jüngeren Zustände, welche ich zuweilen fand, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, ob sie zu *Myxosphaera* gehören.

Die Abtödtung erfolgt am besten mittels Chromsäure oder Ueberosmiumsäure. In Jodspiritus (bezw. Alkohol) und in Sublimat wird die Gallerte sofort aufgelöst.

Maasse: Kolonien (fructificative) 9—10 mm, Individuen 0,057 (0,045—0,067) mm, Oelkugel 0,024 (0,02—0,035) mm Dm. Verhältniss zwischen Durchmesser der Oelkugel und dem des Nestes wie 1 zu 2,4.

Fundorte: Messina häufig, doch viel seltener als *C. inerme* Häckel (**5**); Villafranca Häckel (**7**); Neapel, im Herbst sehr häufig Brandt.

2. Gattung *Collosphaera* Müller.

Thalassicolla punctata Huxl. pro parte Huxley (**2**) p. 434.
Collosphaera Müll. pro parte Müller (**3**) p. 55.

Individuen gross, weit von einander entfernt, von glatter Gitterschale umgeben. Die in frühen Entwicklungsstadien gebildeten Gitterschalen sind be-

deutend kleiner als die später ausgeschiedenen. Bei der Fructification treten sehr grosse Krystalle und blaues Pigment auf. Assimilationsplasma fehlt.

Müller (3) gründete die Gattung *Collosphaera* auf 2 Arten, welche durch den Besitz einer glatten Gitterschale den übrigen Polyzoen gegenüber ausgezeichnet sind: *C. Huxleyi* M. und *C. ligurina* M. — Häckel (5 p. 530, 533) erkannte bald darauf, dass *C. ligurina* nur eine Varietät (richtiger wohl ein Entwicklungszustand) von *C. Huxleyi* sei. Er entdeckte ausserdem eine neue Species, *C. spinosa*, deren Gitterschale mit Stacheln versehen ist. Dementsprechend musste der Gattungscharakter folgendermaassen geändert werden: »Skelet besteht aus einfachen, kugligen oder rundlichen oder polyedrischen Gitterschalen mit oder ohne Stacheln, von denen jede eine der gesellig verbundenen Centralkapseln umschliesst. Die Löcher der Gitterschalen nicht in Röhrchen verlängert«. »Sie ist die einfachste Form unter den beschalten polyzoen Radiolarien, entsprechend *Cyrtidosphaera* unter den monozoen. Jede der gesellig verbundenen Centralkapseln umgiebt sich, sobald sie eine gewisse Grösse erreicht hat, mit einer einfachen rundlichen Gitterschale«. — Später stellte Häckel (19 p. 471) die neue Gattung *Acrosphaera* auf, zu der *C. spinosa* gerechnet werden muss. Auf diese Weise hat die Gattung *Collosphaera* wieder den Umfang erhalten, den Müller ihr gegeben hatte; sie umfasst jetzt die Arten mit glatter Gitterschale. Häckel charakterisirt *Collosphaera* mit folgenden Worten: »testae laevi, sine spinis et tubulis«. Da ich es ebenfalls für angezeigt halte, *C. spinosa* generisch von *Collosphaera* zu trennen, so schliesse ich mich Häckel in dieser Hinsicht vollkommen an.

Ausser der mediterranen *Collosphaera Huxleyi* ist nur noch eine pacifische Form von Dana (6 p. 54) kurz beschrieben und abgebildet worden. Die *Collosphaera* besass augenähnliche Flecke, die in Zahl, Form und (blauer) Farbe mit denen von *Sph. orientale* (Dana) übereinstimmten, jedoch keine Spicula besassen. Die Masse war weicher als bei der *Sphaerozoum*-Art. Weitere Untersuchungen werden zu ergeben haben, ob die Species neu ist oder nicht. Nach den Abbildungen ist die Kolonie langgezogen eiformig, 33 mm lang und 10 bezw. 15 mm breit. Die kugligen Individuen sind von weit abstehender, unregelmässig polygonaler, glatter Schale umgeben und liegen sehr dicht beisammen. Zwischen Schale und Nest sind einige gelbe Zellen angedeutet. Fundort: 30° N. lat., 178° W. long. Pacific. 26. V. 1841.

Collosphaera Huxleyi Müller.

Thalassicolla punctata Huxl. pro parte Huxley (2) p. 434 Fig. 6.
Collosph. Huxleyi Müll. + *Collosph. ligurina* Müll. Müller (3) p. 55, 59 Taf. 8 Fig. 6—9.
Collosph. Huxleyi Müll. Häckel (5) p. 534 Taf. 34 Fig. 1—11.

Diagnose: Qualster kuglig. Centralkapselmembran sehr derb. Kerne in doppelter Schicht. Oelkugel farblos. Schale nicht immer kuglig. Gelbe Zellen meist in den Schalen[1]).

1) Vergl. die Figuren: Kolonie $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 22, Taf. 2 Fig. 6; Schema $\frac{50}{1}$ Taf. 1 Fig. 42*b*. Individuen $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 6 Fig. 25—28, Taf. 2 Fig. 28, 16, 12, 11, abgetödtet Taf. 4 Fig. 27, 29, 31, 32, 35, Details

Collosph. Huxleyi ist ziemlich häufig im Golfe und findet sich vom Herbst bis zum Frühjahr in allen Entwicklungsstadien. Grössere Schwärme gelangten nur selten zur Beobachtung (s. oben p. 109, 111 und Taf. 8). —

Huxley (2 p. 434) beschreibt eine Varietät seiner *Thalassicolla punctata* mit folgenden Worten: »In another kind, much more rarely met with, the spherical cell contained a few prismatic crystals about $^1/_{1000}$ th of an inch in length; it was of a bluish colour, and enveloped in a layer of densely packed minute granules not more than $^1/_{15000}$th of an inch in diameter. Outside these there was a number of spherical bright yellow cells $^1/_{1600}$ th of an inch in diameter, and inclosing the whole a clear, transparent brittle shell perforated by numerous rounded apertures, so as to have a fenestrated appearence. There were no spicula in this kind.« — Müller (3 p. 55) giebt der Species den Namen *Collosph. Huxleyi* und widmet ihr eine ausführliche Schilderung: Die in der fadigen Gallerte zerstreuten Nester sind bald mehr bald weniger zahlreich. Die durchlöchterte Schale der sphärischen Nester ist ohne organische Häute, besteht aus Kieselsäure und besitzt $\frac{1}{20}$—$\frac{3}{40}$''' im Durchmesser. Die Löcherchen der Schale sind grösser und kleiner, die grössten erreichen den Durchmesser der gelben Zellen, die meisten sind merklich kleiner. Die gelben Zellen ($\frac{1}{120}$''' Dm.) liegen zwischen der Gitterschale und der grossen Zelle in einer farblosen, feinkörnigen, schmierigen Masse, finden sich aber auch hin und wieder in der Gallerte zwischen den Nestern zerstreut. Der Nestinhalt erscheint tief blau wegen des Vorhandenseins kleiner Pigmentkörnchen. Farblose Krystalle von $\frac{1}{60}$''' Länge kommen ohne Ausnahme in allen Nestern vor, bald mehrere, bald viele (bis 27). Ehrenberg's Diagnose von *Cenosphaera Plutonis* Ehrbg. (Testa capsularis globosa cellulosa silicea clausa, nucleo destituta) würde auch auf *Collosphaera* passen; doch folgt aus der Ähnlichkeit der Schale noch nicht, dass mehrere oder viele Schalen während des Lebens in einer Gallertmasse vereint gewesen. Müller stellt ausser *Collosph. Huxleyi* noch die Species *Collosph. ligurina* M. auf (3 p. 59). »Sie unterscheidet sich dadurch von der *Collosph. Huxleyi*, dass das blaue Pigment im Innern der Kapseln und auch die Krystalle fehlen. Die Kapseln enthalten bloss farblose Körnchen und den Oeltropfen. Die Schale ist wie bei der blauen Art, von welcher *C. ligurina* vielleicht nur eine Varietät ist. Nizza.« — Häckel (5 p. 534) beobachtete beide Formen sehr häufig bei Messina und überzeugte sich davon, dass die beiden Inhaltsbestandtheile, die Müller als charakteristisch für *C. Huxleyi* hervorhob, das blaue Pigment und die Krystalle, sehr wechselnd sind. »In einem und demselben Qualster fand ich bisweilen farblose und blaue Nester mit und ohne Krystalle. Hieraus geht mit Bestimmtheit hervor, dass die *Collosph. ligurina*, ohne Kyrstalle und ohne Pigment, nur eine Varietät der *C. Huxleyi* ist.« Das Vorkommen des Pigmentes ist nicht an das der Krystalle gebunden und weder jenes, noch dieses können für die Species charakteristisch sein. Häckel's Diagnose für *Collosph. Huxleyi* lautet: »Gitterschalen kuglig oder unregelmässig rundlich, glatt, niemals stachelig, oft ungleichmässig höckerig, meistens mit sehr ungleichen, unregelmässig rundlichen Löchern.« In der ausführlichen Beschreibung macht er noch folgende Angaben: »Die Neigung dieser Species zu variiren ist ausserordentlich gross, so dass ich anfangs eine Anzahl verschiedener Species vor mir zu haben glaubte, bis ich mich überzeugte, dass alle durch zahlreiche Zwischenformen unmittelbar verbunden seien. Der Nachweis dieser Uebergänge ist aber hier leichter, als bei vielen anderen Formen, weil die am stärksten abweichenden Gestalten bisweilen in einem und demselben Qualster vereinigt vorkommen. Die Qualster waren fast immer rein kuglig, von 1—4 mm Durchmesser; die Nester waren in denselben, je nach den verschiedenen Zuständen, sehr wechselnd vertheilt, von sehr verschiedener Form und Grösse; bald alle Nester gross, mit Schalen versehen, bald dazwischen zahlreiche kleinere schalenlose Nester. Bei völlig lebendigen Qualstern beobachtete ich dann mehreremal die eigenthümliche in Fig. 1 dargestellte Vertheilungsweise der Nester; im Inneren, zunächst der grossen centralen Alveole des Qualsters, zahlreiche kleine, nackte, theils runde, theils bisquitförmige (in Theilung begriffene) Nester, aussen ringsum an der Oberfläche grössere und mit Gitterschalen versehene Nester.« Nur die kleinen, central gelegenen Individuen waren blau gefärbt, während die grossen aussen befindlichen Nester pigmentfrei waren. »Die Gitter-

---

$\frac{1000}{1}$ Taf. 1 Fig. 29, Taf. 4 Fig. 26, 50—52, 63, 65. Schalen Taf. 7 Fig. 37, 41, 42, 44, 32*a*, *b*. Bildung von Isosporen Taf. 5 Fig. 43—47. Bildung von Anisosporen Taf. 5 Fig. 54—57.

schalen sind fast niemals ganz regelmässig kugelrund, meistens mehr oder minder uneben, höckerig, unregelmässig rundlich oder selbst polyedrisch, stark von der Kugelform abweichend, oft kaum wieder zu erkennen. .... Bisweilen ist die Gitterschale fast regelmässig polyedrisch oder in der Mitte bisquitförmig eingeschnürt, wie aus 2 verschmolzenen Individuen zusammengesetzt, oder wie in Theilung begriffen; häufig ist sie mit unregelmässigen Höckern oder Vorsprüngen besetzt, zwischen denen dann beulenartige Vertiefungen oder Gruben bleiben, allermeistens aber nähert sie sich zwar der Kugelform, ist jedoch von verschiedenen Seiten her unregelmässig abgeplattet. Ihr Durchmesser wechselt zwischen 0,05 und 0,25 mm, beträgt aber gewöhnlich zwischen 0,1 und 0,2 mm. Ebenso wechselnd ist auch die Grösse und Gestalt ihrer Gitterlöcher. Selten sind diese regelmässig kreisrund, meistens unregelmässig und ungleich, gewöhnlich rund, seltener polygonal; grosse und kleine Löcher stehen gewöhnlich bunt durcheinander; ihr Durchmesser beträgt gewöhnlich $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ von dem der Schale, steigt aber bis über $^1/_3$ und fällt bis unter $^1/_{100}$ desselben. Die Zwischenbalken sind bald ebenso breit oder sogar noch breiter, als die Gitterlöcher; bald sind sie 10—20mal schmäler. Wenn die Löcher recht klein und dagegen die Zwischenbalken sehr breit sind, so gleicht die Form der *Dermatosphaera* (»obscure porosa«), im entgegengesetzten Falle (»distincte cellulosa«) der *Cenosphaera* Ehrenberg's. Die Gitterschalen sind meistens $1^1/_2$mal so gross oder doppelt so gross, als die von ihnen umschlossene Centralkapsel, bisweilen auch 3—4 mal so gross, seltener nur wenig grösser, sehr selten dicht anliegend. Selten enthält die Schale 2—3 Centralkapseln, und dann ist sie gewöhnlich bisquitförmig eingeschnürt.« Der Raum zwischen Schale und Kapsel wird meist ganz von dem Mutterboden ausgefüllt, welcher in der Regel von beträchtlicher Dicke, farblos oder gelblich und aus hellen Bläschen und dunklen Körnchen zusammengesetzt ist. Die gelben Zellen liegen gewöhnlich grösstentheils im Mutterboden, zwischen Schale und Kapsel; wo jedoch ausser beschalten auch junge, kleine, nackte Nester vorkommen, da finden sich auch zahlreiche gelbe Zellen frei zwischen den Alveolen. Die Centralkapseln sind allermeist rein kuglig. »Ihr mittlerer Durchmesser beträgt zwischen 0,05 und 0,1 mm, meist 0,08 mm. Die kleinsten nackten Nester messen bloss 0,015—0,02 mm, also nicht mehr, als die grössten gelben Zellen. Die grössten nackten Nester erreichen 0,08 mm, also viel mehr, als die kleinsten beschalten, welche nur 0,02—0,05 mm messen.« Die Membran der Nester ist meistens sehr stark. Der Inhalt ist sehr verschiedenartig. Constant finden sich darin nur die wasserhellen Bläschen von 0,005—0,01 mm, welche gewöhnlich kuglig, seltener spindelförmig sind, und durch eine mehr oder weniger ansehnliche feinkörnige Zwischenmasse getrennt werden; ausserdem fehlt fast nie eine grosse centrale Oelkugel, seltener finden sich statt deren mehrere kleine. Die Grösse und Zahl der zuweilen vorhandenen Krystalle ist sehr wechselnd; bald findet man nur 10—20 sehr grosse, bald mehrere Hundert sehr kleine Krystalle. —

Die Form der Kolonie ist je nach den Entwicklungszuständen verschieden. Die ausgewachsenen Kolonien sind stets vollkommen kuglig, die jungen dagegen häufig langgestreckt cylindrisch oder bisquitförmig. Die Kugelgestalt wird schon ziemlich früh angenommen, in der Regel schon bald nachdem alle Individuen von einer deutlichen Gitterschale umgeben sind. In kleinen, noch jugendlichen Kolonien ist die Gallerte noch wasserreich und schlaff. Erst allmählich vollzieht sich die Sonderung von Vacuolenflüssigkeit und Gallertsubstanz, indem zunächst mehrere mässig grosse Vacuolen auftreten. Die vorher durch die ganze Masse des Qualsters vertheilten Nester rücken nach dem Auftreten der Vacuolen mehr nach aussen. Bald nachdem die Kolonien die Kugelgestalt angenommen haben, verschmelzen die Vacuolen zu einer grossen Centralvacuole, auf deren Oberfläche die Individuen sich gleichmässig vertheilen. In mehreren Fällen konnte ich mich bei ausgewachsenen Exemplaren davon überzeugen, dass die Vacuole Gallertsubstanz enthält (s. oben p. 59). Diese Vacuolengallerte war jedoch stets bedeutend weicher als bei *Myxosphaera*. Die Abgrenzung des äusseren Gallertmantels gegen das umgebende Wasser ist wegen der völligen Farblosigkeit und des geringen Lichtbrechungsvermögens der Gallerte kaum zu sehen. Bei makroskopischer Betrachtung

könnte man daher glauben, dass ein Gallertmantel ganz fehlt, und dass die Nester auf einer Blase, nämlich der grossen Vacuole, liegen. Sehr auffallend ist bei *Collosphaera* die bedeutende Entfernung der Individuen von einander (s. Taf. 2 Fig. 6). Die Nester besitzen stets eine kuglige Gestalt und sind in jugendlichen Kolonien z. Th. nackt, in alt-vegetativen und fructificativen Qualstern stets mit Schale versehen. Im Zusammenhang mit der auffallenden Grössenverschiedenheit der Schalen steht auch diejenige der Nester. Die Individuen, welche in den kleinen Schalen liegen, sind stets kleiner, als die von grosser Schale umgebenen. Bei jungen Kolonien beträgt der Durchmesser der ersteren 0,024 — 0,04, derjenige der letzteren 0,04 — 0,07 mm; bei alten sind die ersteren 0,04 — 0,09, die letzteren 0,1 — 0,14 mm gross. In ausgewachsenen Kolonien füllen die Nester die Schalen fast vollkommen aus, so dass ihre Grössendifferenz besonders auffallend ist. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt diese Verschiedenheit in der Grösse der Individuen noch deutlicher.

		Individuen nackt	Mit kleiner Schale	Mit grosser Schale
Junge Kolonien	1	0,024	0,024	fehlen
	2	0,03—0,04	0,03	»
	3	0,04	0,03	»
	4	0,05—0,06	0,03	0,04
	5	0,05—0,06	0,035	0,05
	6	0,05—0,06	0,04	0,07
	7	fehlen	0,06	0,09
	8	»	0,07	0,09
Ausgewachsene	9	»	0,06	0,11
Kolonien	10	»	0,04—0,09	0,1—0,13
	11	»	0,06—0,07	0,13—0,14

Der genauen Schilderung, welche Häckel von der *Collosphaera*-Schale gegeben hat, habe ich hinzuzufügen, dass in allen älteren Kolonien einige sehr kleine Schalen neben zahlreichen grossen sich finden. Ich zeigte oben (p. 181), dass zuerst die kleinen und später die grossen Schalen ausgeschieden werden. Mittelgrosse Schalen, die den Uebergang zwischen den kleinen und grossen Schalen vermitteln, kommen zwar vor; sie sind jedoch nur selten. Wie Häckel bereits gezeigt hat, sind häufig die Gitterschalen nicht regelmässig kuglig, sondern oft mit Buckeln (Taf. 7 Fig. 37, 42) oder Beulen versehen, zuweilen auch wohl von abgerundet polyedrischer Gestalt. Abnorme Schalen, wie sie Taf. 7 Fig. 32 *a*, *b* dargestellt sind, besitzen stets nur eine geringe Grösse. Auch die bisquitförmigen oder die zu 2 zusammenhängenden Schalen (Taf. 7 Fig. 41, 44) sind stets klein; sie sind also in einem frühen Lebensalter, wenn die Individuen noch nahe beisammen liegen, gebildet worden. Interessanter Weise beobachtete ich in einer Kolonie, neben gewöhnlichen *Collosphaera*-Schalen, auch zwei

kleine, die mit vereinzelten Stacheln besetzt waren und sehr an junge *Acrosphaera*-Schalen erinnerten. Die Schalenöffnungen sind verschieden gestaltet (rund, elliptisch, polyedrisch oder fast schlitzförmig) und von verschiedener Grösse. Man kann jedoch nicht, wie bei *Acrosphaera* und besonders bei *Siphonosphaera*, Haupt- und Nebenöffnungen scharf unterscheiden.

Die Centralkapselmembran ist derb und oft schon an lebenden Nestern deutlich zu erkennen. Nach Behandlung mit Jodjodkalium konnte ich in der nach aussen und innen isolirten Membran eines jungen Nestes die Porenkanäle sehr deutlich erkennen (Taf. 1 Fig. 29). In diesem Falle betrug die Dicke der vielleicht etwas gequollenen Membran 0,0007 mm. Einige Eigenthümlichkeiten der Kapselmembran habe ich oben (p. 33) angeführt. Dass das intracapsulare Plasma sich in 2 Substanzen differenzirt, von denen die eine die Kerne enthält, die andere die Oelkugeln einschliesst, geht aus folgender Beobachtung mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor: Die blauen Pigmentkörner werden stets von derjenigen Plasmaschicht ausgeschieden, welche die Oelkugel unmittelbar umgiebt. Ist nur eine centrale Oelkugel vorhanden (alt-reproductive Zustände), so treten die Pigmentkörner im centralen Theil der Individuen auf. Finden sich dagegen mehrere Oelkugeln nahe der Centralkapselmembran (jung-reproductive Zustände), so bemerkt man auch die Pigmentkörner in einer dünnen Schicht an der Peripherie der Markmasse. — Die Kerne sind in 2 Schichten angeordnet. Die Oelkugel ist verhältnissmässig klein. Die blauen Pigmentkörner und die sehr grossen Krystalle, welche nach dem Austreten der Schwärmer zurückbleiben und sich auflösen, sind als Excretionsstoffe aufzufassen. Soweit bis jetzt bekannt ist, sind die grossen Krystalle, welche nicht in die Schwärmer aufgenommen werden, für *Collosphaera* ganz charakteristisch und kommen bei anderen Gattungen nicht vor. Ausser den grossen Krystallen treten bei beiden Arten der Schwärmerbildung auch kleine Krystalle auf, von denen — wie bei anderen Sphaerozoëen — je einer jedem Schwärmer mitgegeben wird. Das extracapsulare Plasma ist frei von Assimilationsplasma. Der Mutterboden ist nur von geringer Dicke, dagegen sind die Pseudopodien sehr reich entwickelt. In jungen Kolonien bemerkt man innerhalb der dünnen Schalen zuweilen grosse Ansammlungen von Rindensubstanz, die lappige Fortsätze bilden und dieselben z. Th. aus den Schalenöffnungen hervorstrecken (Taf. 6 Fig. 26 *a*). Die gelben Zellen finden sich in ausgewachsenen Kolonien fast sämmlich zwischen Nest und Schale, oft zum Klumpen zusammengeballt; doch kommen vereinzelte auch in den Pseudopodienbahnen vor. Bei der Schwärmerbildung werden die gelben Zellen nicht verändert. Sie bleiben nach dem Ausschwärmen der *Collosphaera*-Zoosporen in den Gitterschalen zurück und leben weiter.

Meine Beobachtungen über die jung-reproductiven Stadien und über die Isosporen- und Anisosporen-Bildung habe ich oben (p. 153, 164, 180) mitgetheilt.

Zur Abtödtung sind, wie bei *Myxosphaera*, Chromsäure oder Ueberosmiumsäure geeignet. In Jodspiritus bezw. Alkohol und in Sublimat wird die Gallerte alter Kolonien stets aufgelöst.

Maasse: Kolonie (im ausgewachsenen Zustande) 3,5 — 4,5 (selten mehr, bis 6) mm

Durchmesser. Gitterschalen, kleine 0,05—0,09, grosse 0,1—0,15 mm Durchmesser. Individuen (ausgewachsene) 0,04—0,14 mm, Oelkugel 0,018—0,038 mm Durchmesser. Verhältniss des Durchmessers von Oelkugel und Nest wie 1 zu 3—3,5. Grosse Krystalle 0,035—0,05 mm lang, 0,012—0,022 mm breit.

Fundorte: Nizza Müller (**3**), Messina Häckel (**5**), Villafranca Häckel (**7**), Neapel, Messina Cienkowski (**14**), Neapel, häufig Brandt.

3. Gattung *Acrosphaera* Hkl.

Collosphaera Müll. pro parte Häckel (**5**) p. 536.
Acrosphaera Hkl. Häckel (**19**) p. 471.

Individuen gross, weit von einander entfernt, von stachliger Gitterschale umgeben. Schalen gleich gross und mit verschieden grossen Oeffnungen versehen; besonders die grössten Löcher von z. Th. gegitterten Stacheln umstellt. Grosse Krystalle, blaues Pigment und Assimilationsplasma fehlen.

Häckel stellte anfangs die von ihm entdeckte Species *Collosph. spinosa* mit *Collosph. Huxleyi* zusammen in eine Gattung (**5** p. 536). Auf Grund seiner Untersuchungen am Challenger-Material errichtete er dann aber die neue Gattung *Acrosphaera* (**19** p. 471), zu welcher auch *Collosph. spinosa* zu rechnen ist. *Acrosphaera*: »testa spinosa, spinis basi clathratis.«

Die Unterbringung der Species *Collosph. spinosa* in einer besonderen Gattung erscheint mir geboten, da die Schale dieser Art in mehrfacher Hinsicht ähnlicher der Schale von *Siphonosphaera* als der von *Collosphaera* ist. Mit *Siphonosph. tenera* stimmt *Acrosph. spinosa* darin überein, dass die Schalen ungefähr gleich gross sind, und dass sich an ihnen Haupt- und Nebenöffnungen unterscheiden lassen. Die Hauptöffnungen sind bei beiden Arten mit äusseren Fortsätzen versehen, und zwar bei *Siphonosphaera* in Form von Röhren, bei *Acrosphaera* in Form von durchlöcherten Kegeln oder von mehreren senkrecht stehenden Spitzen, die gewissermaassen einen zerschlitzten Tubus bilden (Taf. 7 Fig. 34, 36, 47). An den Nebenöffnungen befinden sich wenige oder gar keine Verlängerungen. — Unter den bisher festgestellten Unterschieden, welche *Collosph. Huxleyi* und *Acrosph. spinosa* in der Zusammensetzung des Weichkörpers darbieten, scheint mir der wichtigste in dem gänzlichen Fehlen der eigenthümlichen grossen Krystalle bei *Acrosphaera* zu bestehen. Andererseits weicht *Acrosph. spinosa*, ebenso wie die anderen Sphaerozoëen, von *Siphonosphaera* durch den Mangel der Klumpen von Assimilationsplasma bedeutend ab.

Acrosphaera spinosa Hkl.

Collosph. spinosa Hkl. Häckel (**5**) p. 536 Taf. 34 Fig. 12, 13.
Acrosphaera Hkl. Häckel (**19**) p. 471.

Diagnose: Qualster kuglig. Centralkapselmembran derb. Kerne in doppelter Schicht. Oelkugel bräunlich. Gelbe Zellen in der Schale. Die Löcher

der Gitterschale sind z. Th. in senkrechte Stäbe oder einen gegitterten Kegel ausgezogen[1]).

Die Art wurde vom November bis Mai in vereinzelten Exemplaren beobachtet, trat aber an einigen Tagen (des März oder April) in colossalen Schwärmen auf (s. oben p. 110, 112 und Taf. 8).

Häckel schildert (5 p. 536) *Collosph. spinosa* folgendermaassen: »Gitterschalen kuglig, seltener unregelmässig rundlich, mit sehr ungleichen, unregelmässig rundlichen Löchern, und mit zahlreichen unregelmässigen, kurzen, schief abstehenden und an der Basis durchlöcherten Dornen besetzt.« Die stachelige Oberfläche der Schale unterscheidet *Collosph. spinosa* auf den ersten Blick von *Collosph. Huxleyi*, bei welcher dieselbe, trotz der verschiedensten Deformitäten, doch stets ganz glatt, niemals mit Dornen besetzt ist. »Die Anzahl der Stacheln oder Dornen beträgt meist zwischen 30 und 60; sie sind regellos über die ganze Schalenfläche zerstreut, $^1/_{12}$ — $^1/_8$ so lang, als der Durchmesser der Gitterschale, stehen schief, wie niedergedrückt, nach allen Seiten ab, ähnlich den Stacheln von *Haliomma erinaceus*, und sind durch eigenthümlichen Bau vor den stacheligen Anhängen der meisten anderen Radiolarien ausgezeichnet. Jeder Stachel ist nämlich ein hohler Kegel, dessen Höhlung unmittelbar mit dem Hohlraum der Gitterschale communicirt, und dessen Höhle 2—4 mal den Durchmesser der Grundfläche übertrifft. Die (ideale) Axe des Kegels ist sehr oft verkrümmt, so dass die sehr scharfe Spitze mehr oder weniger nach einer Seite geneigt, oft fast hakenförmig gekrümmt ist. Die Spitze ist nicht durchbohrt; dagegen ist der Mantel des Kegels an der Basis von mehreren (meist 2—4, seltener 8—10) kleinen Gitterlöchern durchbrochen, welche meist länglich birnförmig, mit dem abgerundeten Ende nach der Basis, mit dem zugespizten nach der Spitze des Kegels gerichtet sind. Durch diese Löcher treten die von der eingeschlossenen Kapsel ausstrahlenden Pseudopodien ebenso, wie durch die Löcher zwischen den Stacheln hervor. Die interspinalen Gitterlöcher sind meistens grösser, als die spinalen, jedoch von sehr ungleicher Grösse; ihr Durchmesser schwankt zwischen $^1/_{200}$ und $^1/_5$ von dem der Gitterschale und beträgt gewöhnlich $^1/_{30}$—$^1/_{10}$; sie sind meistens unregelmässig rundlich, seltener kreisrund; sehr häufig wird ihr Rand durch eine oder mehrere vorspringende scharfe Zacken ausgebuchtet.« Das in der Mitte einer jeden Gitterschale befindliche Nest ist kuglig, ihr Durchmesser = $^1/_3$ — $^1/_2$ von dem der ersteren. Ihre Membran ist dünner als bei *Collosph. Huxleyi*. Krystalle und blaues Pigment hat Häckel niemals wahrgenommen. Der Durchmesser der Oelkugel misst etwa $^1/_3$ von dem der Kapsel. Der gelbliche Mutterboden, welcher sehr zahlreiche Pseudopodien durch alle spinalen und interspinalen Gitterlöcher der Schale entsendet, ist meist von sehr ansehnlicher Dicke, flockig, und enthält zahlreiche grosse gelbe Zellen. Maasse: Durchmesser der Gitterschalen 0,1—0,2 mm, der Gitterlöcher 0,001— 0,01—0,04 mm, Breite ihrer Zwischenbalken 0,001—0,005 — 0,01 mm; Länge der Stacheln 0,01—0,02 mm; Breite der Stacheln an ihrer Basis 0,003 — 0,012 mm; Durchmesser der Centralkapseln 0,03 — 0,1 mm.

Die ausgewachsenen Kolonien stimmen in der kugligen Form und dem weiten Abstande der Individuen von einander mit denen von *Collosph. Huxleyi* überein, und theilen mit diesen, sowie den entsprechenden Entwicklungszuständen von *Siphonosph. tenera*, *Myxosph. coerulea*, *C. fulvum* und *C. Hertwigi*, den Besitz einer sehr grossen Vacuole. In einigen Fällen konnte ich mich bei *Acrosphaera* von dem Vorhandensein einer sehr weichen Gallertkugel in der Vacuole überzeugen. Die Kolonien sind kleiner als die von *Collosph. Huxleyi* und enthalten demgemäss eine geringere Anzahl von Nestern. Es finden sich in *Acrosphaera*-Qualstern

---

1) Vergl. die Figuren: Individuen $\frac{320}{1}$ nach dem Leben Taf. 2 Fig. 4, abgetödtet Taf. 4 Fig. 33. Schalen $\frac{320}{1}$ Taf. 7 Fig. 31, $\frac{1060}{1}$ Taf. 7 Fig. 34, 36, 43, 47. Bildung von Isosporen $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 16—18; Bildung von Anisosporen $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 49, 50.

45—80 (höchstens 100) Individuen, in Kolonien von *Collosph. Huxleyi* dagegen 200—300. In fructificativen Individuen habe ich kein Pigment bemerkt, dagegen habe ich in jung-reproductiven einmal vereinzelte feine, blaue Pigmentkörnchen constatiren können (p. 186). Die Gitterschalen einer Kolonie weisen nur geringfügige Grössendifferenzen auf und sind in der von Häckel geschilderten Weise mit Stacheln besetzt. Ich muss jedoch hinzufügen, dass an von mir beobachteten Schalen ausser den kegelförmigen Aufsätzen der Schale sich häufig auch ungefähr senkrechte, meist etwas gekrümmte Stacheln im Umkreise von Oeffnungen fanden (s. Taf. 7 Fig. 34, 36, 43, 47). An den Schalen sehr jugendlicher Kolonien sind nur wenige, unbedeutende Stacheln vorhanden (Taf. 4 Fig. 33), während sie an den Schalen fructificativer Exemplare sehr zahlreich sind und eine beträchtliche Länge besitzen. Wie ich oben (p. 234) bereits mittheilte, halte ich das von Dönitz als *Sph. Sanderi* geschilderte Nest für ein altes Individuum von *Acrosph. spinosa.*

Die Centralkapselmembran ist derb und leicht schon an sehr jugendlichen Individuen nachzuweisen. Die Kerne liegen in doppelter Schicht, die Oelkugel besitzt eine blassbräunliche Färbung. In dem extracapsularen Plasma ist kein Assimilationsplasma vorhanden; dagegen konnte ich feinkörniges, blass graubräunliches Vacuolenplasma in alt-vegetativen Zuständen nachweisen (vergl. oben p. 21). Die Pseudopodien bilden ein ausserordentlich dichtes Geflecht. Die gelben Zellen liegen bei ausgewachsenen Exemplaren stets sämmtlich in den Gitterschalen. Sie werden bei der Schwärmerbildung ihrer Wirthe nicht verändert.

Jung-reproductive Zustände gelangten selten, fructificative dagegen häufig zur Beobachtung (s. oben p. 154, 164, 184).

Bei Abtödtung mit Chromsäure oder Ueberosmiumsäure behalten die Kolonien ihre Form; sie verlieren sie bei Einwirkung von Alkohol oder Jodspiritus.

Maasse: Kolonie: 1,5—3,2 mm, Gitterschale 0,12—0,15 mm, Individuen (ausgewachsen) 0,11—0,14 mm. Oelkugel 0,04—0,052 mm Durchmesser. Verhältniss des Durchmessers von Oelkugel und Individuum wie 1 zu 2,6—2,7.

Fundorte: Messina, ziemlich selten Häckel (**5**), Neapel, Messina Cienkowski (**14**), Neapel, im allgemeinen selten, nur im März oder April grosse Schwärme Brandt.

4. Gattung *Siphonosphaera* Müller.

Thalassicolla punctata Huxl. pro parte Huxley (**2**) p. 435 Fig. 5.
Siphonosphaera Müll. Müller (**3**) p. 59.

Individuen mässig gross, zu 3—6 um je einen grossen Klumpen von Assimilationsplasma gruppirt. Gitterschalen gleich gross, mit sehr ungleichen Oeffnungen versehen; die Hauptöffnungen in Tuben ausgezogen.

Nach Schilderung der mit Gitterschale versehenen Varietät von *Thalassicolla punctata* (*Collosph. Huxleyi* Müll.) bemerkt Huxley (**2**): »In a single specimen I found a similar shell, but its apertures were prolonged into short tubules«. Müller (**3**) glaubt, dass man die von

Huxley beobachtete Form kaum als eine Varietät der *Collosphaera Huxleyi* wird ansehen können, »wenn alle Schalen in einer Gallerte von dieser Beschaffenheit sein sollten; in diesem Falle würde es gerechtfertigt sein, diese Form mindestens als eine Art *Collosphaera tubulosa?* (oder Gattung *Siphonosphaera*) abzusondern.« Häckel acceptirte (**5** p. 531) diesen Vorschlag, während ich (**18** p. 389) mich demselben nicht anschliessen konnte, und zwar ganz besonders wegen des Doppelsinnes der Angabe Huxley's. Die citirten Worte können nämlich recht gut so aufgefasst werden, dass Huxley in einer *Collosphaera*-Kolonie eine mit Tuben versehene Schale gefunden habe. Bei der grossen Variabilität der *Collosphaera*-Schale schien es mir nicht undenkbar, dass sich auch an einer Schale abnormer Weise die Oeffnungen röhrenförmig verlängern sollten. Missbildungen an Schalen von *Collosph. Huxleyi* habe ich mehrfach beobachtet und zwei davon Taf. 7. Fig. 32 a. b. dargestellt. Meine Zweifel an der Auffassung von Häckel schwanden jedoch, als ich im Juni 1884 bei Herrn Dr. F. Hilgendorf in einem Präparat mit gut conservirten Radiolarien von Sumatra isolirte Individuen von *Siphonosph. tubulosa* bemerkte; sie wurden gänzlich beseitigt, als ich im September desselben Jahres im Golfe lebende Kolonien der Gattung *Siphonosphaera* fand. Die von mir bei Neapel beobachtete Species unterscheidet sich von *Siphonosph. tubulosa* Müll. hauptsächlich dadurch, dass die Schale sehr zart und mit sehr kurzen Tuben versehen ist, während *Siph. tubulosa* eine dicke Schale mit langen Tuben besitzt. Die letztere Species, von der Taf. 7 Fig. 33 eine Schale wiedergegeben ist, habe ich nur im conservirten Zustande und aus anderen Meeren kennen gelernt. Da die Exemplare, welche mir von *S. tenera* vorlagen, meist alt-vegetative oder fructificative Zustände repräsentirten, so kann die Species nicht etwa eine Jugendform von *S. tubulosa* sein.

Siphonosphaera tenera n. sp.

Diagnose: Qualster kuglig, weich. Centralkapselmembran zart. Kerne in einfacher Schicht. Oelkugel farblos, ziemlich gross. Schale dünn, mit wenigen in sehr kurze Tuben ausgezogenen Hauptöffnungen. Gelbe Zellen in den grossen Klumpen von Assimilationsplasma, nie in den Schalen[1]).

Siphonosph. tenera war im Golfe nur selten und fand sich — meist in vereinzelten Exemplaren — vom September bis December (s. oben p. 110, Taf. 8).

Die alt-vegetativen Kolonien sind kuglig und besitzen nur eine grosse Vacuole, die von einer weichen, wasserreichen Gallertkugel erfüllt ist. Der Gallertmantel, welcher die Vacuole umgiebt und die Nester enthält, ist nicht viel fester als die Gallerte der Vacuole. Die Individuen sind in so eigenthümlicher Weise angeordnet, dass man schon mit blossem Auge die

1) Vergl. die Abbildungen: Kolonie $\frac{10}{1}$ Taf. 1 Fig. 15, Schema $\frac{50}{1}$ Taf. 1 Fig. 42*c*; Individuen und Klumpen von Assimilationsplasma $\frac{320}{1}$, nach dem Leben Taf. 2 Fig. 27, abgetödtet Taf. 4 Fig. 28, 42, 43, Taf. 6 Fig. 24. Schale $\frac{320}{1}$ Taf. 7 Fig. 38, 39, $\frac{1000}{1}$ Taf. 7 Fig. 48. Isosporen-Bildung $\frac{1000}{1}$ Taf. 5 Fig. 12—14, Schema $\frac{500}{1}$ Taf. 5 Fig. 15.

Kolonien der *Siphonosph. tenera* von denen anderer Sphaerozoëen unterscheiden kann. Die Nester sind nämlich in der Weise angeordnet, dass um je einen Klumpen von Assimilationsplasma 3—5 (oder 2—6) Nester liegen, und dass sie mit diesem sowie unter einander und mit den anderen Gruppen durch feine Pseudopodien zusammenhängen. — Die Schale ist ungemein dünn und wird schon durch ganz geringen Druck zersprengt. Ein Theil der Schalenöffnungen (6—10) ist verhältnissmässig gross und in sehr kurze Röhren ausgezogen (Taf. 7. Fig. 48). Diese Hauptöffnungen sind ziemlich unregelmässig vertheilt. In einem Falle z. B. (Taf. 7. Fig. 39) befanden sich oben 3 Hauptöffnungen nahe bei einander, eine vierte an der Seite und 5 unten. Auch die Weite dieser Öffnungen ist an derselben Schale mehr oder weniger verschieden. Ausserdem sind noch sehr kleine und im Vergleich zu anderen Collosphaeriden weit von einander entfernte Nebenöffnungen vorhanden, die manchmal schlitzförmig, häufiger elliptisch oder kreisrund gestaltet sind.

Von dem Vorhandensein einer zarten Centralkapselmembran, das bei der scharfen Umgrenzung der Markmasse vorauszusetzen ist, kann man sich durch Anwendung von Chromsäure (1 %) mit voller Bestimmtheit überzeugen. Das intracapsulare Plasma liess bei den von mir untersuchten alt-vegetativen Exemplaren keine Körner erkennen und enthielt eine Lage von Kernen sowie eine ansehnliche Oelkugel. Pigment fehlt auch in fructificativen Individuen vollkommen. Die Krystalle (0,006 mm lang) werden bei dieser Species schneller als bei den anderen Polyzoen durch Reagentien zerstört, durch Salzsäure z. B. schon in wenigen Minuten. — Die Rindensubstanz ist hier in einer von den übrigen Arten ganz abweichenden Weise differenzirt. Ausser den feinen Pseudopodien finden sich unregelmässige, verschieden gestaltete Klumpen, welche aus Assimilationsplasma bestehen. Dieselbe Substanz, welche sich bei *C. inerme* u. s. w. in der unmittelbaren Umgebung der Markmasse, in Form eines »Mutterbodens« findet, hat sich also bei *Siphonosphaera* von den Individuen losgelöst. Der Durchmesser dieser Massen ist etwa ebenso, wie derjenige der Individuen (0,05—0,08 mm), zuweilen aber auch erheblich grösser (z. B. 0,19 mm lang, 0,09 breit). Je grösser der Klumpen ist, desto mehr Individuen liegen in seiner unmittelbaren Umgebung. Ueber das Verhalten dieser Klumpen gegen Reagentien s. oben p. 15, über ihr Verhalten bei der Schwärmerbildung p. 155 und über die Bedeutung für die Ernährung p. 92, 93. Die gelben Zellen liegen entweder sämmtlich in oder dicht an den Klumpen von Assimilationsplasma oder sie finden sich zuweilen auch z. Th. in den Pseudopodienbahnen. Innerhalb der Schalen, wo sie bei *Collosphaera* und *Acrosphaera* fast ausschliesslich vorkommen, fehlen sie bei *Siphonosphaera* gänzlich. Bei der Schwärmerbildung werden sie nicht verändert.

Die Beobachtungen über Isosporen- und Anisosporen-Bildung und über die jung-reproductiven Zustände habe ich oben p. 155, 165, 184 mitgetheilt.

Ich habe kein geeignetes Mittel gefunden, um die weichen Qualster der *Siphonosph. tenera* so zu fixiren, dass sie ihre Form behalten und zugleich zu genauer Untersuchung des Weichkörpers geeignet sind. In Sublimat fallen die Individuen aus einander. Bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure wird die Gallerte gut fixirt, so dass die Kolonie ihre Form behält, die

plasmatischen Theile (besonders die Kerne) werden jedoch so verändert, dass sie für genauere Untersuchung unbrauchbar sind. Bei Abtödtung mit Jodspiritus oder Chromsäure endlich verliert die Kolonie ihre natürliche Form.

Maasse: Kolonie 2—3 (höchstens 4) mm, Schale 0,075—0,11 mm, Individuen 0,07—0,1 mm, Oelkugel 0,03—0,048 mm Durchmesser. Verhältniss der beiden letzteren wie 1 zu 2,0—2,3. Klumpen von Assimilationsplasma meist 0,05—0,08 (genauer 0,01—0,18) mm Durchmesser.

Fundort: Neapel, selten Brandt.

2. Beziehungen der Sphaerozoëen zu den übrigen Radiolarien.

Die Stellung der Sphaerozoëen im Radiolariensystem ist mehrmals verändert worden. Im Ganzen sind bisher[1]) 6 Radiolariensysteme aufgestellt worden; 4 davon rühren von Häckel her. In den beiden ersten Systemen, denen von Müller (3) und von Häckel (5) werden die Radiolarien in die beiden Unterordnungen Monozoa und Polyzoa eingetheilt. Zu den letzteren rechnet Häckel 2 Familien, die Sphaerozoiden und die Collosphaeriden. Bei der nächsten Eintheilung der Radiolarien löst Häckel (16) die Gruppe der koloniebildenden Radiolarien auf und bringt die Sphaerozoiden mit den monozoen Colliden zusammen in seiner 1. Ordn. Pancollae unter, während er die Collosphaeriden mit den monozoen Ethmosphaeriden etc. zur 5. Ordn. Sphaerideae stellt. — Hertwig (17) vereinigt die koloniebildenden Radiolarien wieder zu einer Gruppe und erklärt eine Sonderung derselben in 2 Familien für überflüssig. Er stellt die polyzoen Radiolarien als Ordnung Sphaerozoea als gleichwerthig neben die 5 anderen Ordnungen seines Systemes und definirt (p. 133) die 6 Ordnungen folgendermaassen:

1. Thalassicolleen: Monozoe einkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, unregelmässig oder fehlend.
2. Sphaerozoeen: Polyzoe (Koloniebildende) vielkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, unregelmässig oder fehlend
3. Peripyleen (Sphaerideen): Monozoe einkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet kieselig, aus Gitterkugeln oder modificirten Gitterkugeln bestehend.
4. Acanthometreen: Monozoe vielkernige Radiolarien mit allseitig durchbohrter Kapselmembran; Skelet nicht kieselig, aus 20 nach Müller's Gesetz gestellten Stacheln bestehend.
5. Monopyleen: Monozoe einkernige Radiolarien; Kapselmembran einseitig geöffnet mit einem Porenfeld; Skelet kieselig.
6. Tripyleen: Monozoe einkernige Radiolarien; Kapselmembran doppelt, mit einer Hauptöffnung und 2 Nebenöffnungen; Skelet kieselig, von Röhren gebildet. —

Häckel (19) schliesst sich dieser Eintheilung im Wesentlichen an, kehrt aber insofern zu seinem ersten System zurück, als er die Polycyttaria (Polyzoa) den gesammten Monocyttarien (Monozoen) gegenüberstellt und die Gruppen der Sphaerozoiden und Collosphaeriden zu Ordnungen erhebt. — Zwei Jahre später ändert Häckel (26) zum dritten Male seine Ansicht über die Stellung der Polyzoen zu den Monozoen. Er löst die Gruppe der koloniebildenden Radiolarien abermals auf, und zwar diesmal in 3 Familien, und stellt dieselben im System neben diejenigen Familien von Monozoen, welche mit ihnen in der Form des Skeletes bezw. im Mangel desselben übereinstimmen. Die Unterschiede zwischen den monozoen und den polyzoen Radiolarien »sind ebenso geringfügig und für die Systematik von untergeordnetem Werthe, wie die Unterschiede zwischen monozoen Hydroidpolypen (z. B. *Hydra, Myriothela*) und polyzoen Hydroidpolypen (*Tubularia, Coryne*) oder wie die Unterschiede zwischen solitären Infusorien (*Vorticella, Trichodina*)

1) Vergl. die nachstehende Uebersicht, in der die Polyzoen durch Cursivdruck kenntlich gemacht sind. Die neben einander gestellten Abtheilungen entsprechen sich nicht immer vollständig, da die von Häckel (1862) aufgestellten Familien durch Hertwig erhebliche Aenderungen erfahren haben.

und socialen Infusorien (*Carchesium*, *Epistylis*).« Bei den Sphaerozoëen erfolgt »die Spaltung des einfachen Kerns in viele (Sporenkerne) sehr frühzeitig, hingegen bei den Thalassicollea (wie bei den übrigen Radiolarien) erst später. Allein diese relative Differenz ist für die systematische Unterscheidung der Ordnungen nicht von maassgebender Bedeutung und erleidet ausserdem auch Ausnahmen.« Unter den Radiolarien der Challenger-Sammlung befinden sich »monozoe und polyzoe Species, die selbst in den Species-Charakteren der Skelet-Form völlig übereinstimmen. So besitzt z. B. ein monozoes *Thalassoxanthium* genau dieselben charakteristischen Spicula, wie das gemeine kosmopolitische *Sphaerozoum punctatum*; während aber bei letzterem die kleine polyzoe Centralkapsel eine grosse centrale Oelkugel und viele kleine periphere Kerne einschliesst, enthält bei ersterem die dreimal so grosse Centralkapsel einen einzigen sehr grossen, centralen Kern und viele kleine periphere Oelkugeln. Man könnte bei der völligen Identität der charakteristischen Skeletform selbst vermuthen, dass eine Art Generationswechsel zwischen beiden Formen stattfinde.« Ebenso entspricht eine *Collosphaera* vollkommen einer solitären *Cenosphaera*, und *Acrosphaera* der monozoen *Conosphaera* (26 p. 20). Häckel bringt daher die polyzoen Radiolarien in seiner 2. Ordnung *Spumellaria* unter (s. das folg. System) und stellt die Familien Thalassicollida (monozoisch, *Actissa*, *Thalassicolla*), Collozoida (polyzoisch, *Collozoum*), Thalassosphaerida (monozoisch, *Thalassoxanthium*) und Sphaerozoida (polyzoisch, *Sphaerozoum*) in eine Unterordnung (Collodaria). Zu der zweiten Unterordnung (Sphaerellaria) der Spumellarien rechnet er ausser anderen Familien auch die der Sphaeroida (monozoisch, *Monosphaeria*, *Dyosphaeria* etc.) und der Collosphaerida (polyzoisch, Acrosphaerida, Clathrosphaerida). — In der nachstehenden Uebersicht der 6 Radiolarien-Systeme habe ich versucht, der verschiedenen Stellung der Sphaerozoëen Ausdruck zu geben.

Müller (3) 1858	Häckel (5) 1862	Häckel (16) 1878	Hertwig (17) 1879	Häckel (19) 1881	Häckel (26 1883
A. Radiolaria solitaria 1. Thalassicollae	A. Rad. monozoa Fam. 1. Collida	Ord. 1. Pancollae (Collid. + *Sphaerozoiden*)	Ord. 1. Thalassicolleae	A. Subclass. 1 Monocyttaria Ord. 1. Collodaria	
2. Polycystinae	Fam. 2. Acanthodesmida – 11. Spongurida	Ord. 4. Plegmideae	Ord. 3. Peripyleae (oder Sphaerideae)	Ord. 2. Peripylaria	Ord. 2. Spumellaria (= Collodaria + Peripylaria + *Polycyttaria*. [Fam. *Collozoida*, *Sphaerozoida*, *Collosphaerida*]).
	Fam. 4. Ethmosphaerida – 10. Ommatida – 7. Cladococcida	Ord. 5. Sphaerideae (Ethmosphaerida etc. + *Collosphaeriden*)			
	Fam. 12. Discida – 13. Lithelida	Ord. 6. Discideae			
	Fam. 3. Cyrtida	Ord. 7. Cyrtideae	Ord. 5. Monopyleae (Plagiacanthiden + Acanthodesmiden + Cyrtiden)	Ord. 4. Monopylaria	Ord. 3. Nasselaria

Müller (3) 1858	Häckel (5) 1862	Häckel (16) 1878	Hertwig (17) 1879	Häckel (19) 1881	Häckel (26) 1883
3. Acanthometrae	Fam. 8. Acanthometrida - 9. Diploconida (+ Ommatida Hertw. p. p.)	Ord. 2. Panacanthae	Ord. 4. Acanthometreae (Acanthometriden + Acanthopractid. + Diploconiden)	Ord. 3. Acantharia	Ord. 1. Acantharia
	Fam. 5. Aulosphaerida - 6. Coelodendrida (+ Collida Hertw. p. p.)	Ord. 3. Pansoleniae	Ord. 6. Tripyleae	Ord. 5. Phaeodaria	Ord. 4. Phaeodaria
B. *Radiolaria polyzoa*	B. *Rad. polyzoa* Fam. 14. *Sphaerozoida* - 15. *Collosphaerida*		Ord. 2. *Sphaerozoeae* Fam. *Sphaerozoida.*	B. Subclass 2. *Polycyttaria* Ord. 7. *Syncollaria* Fam. 1. *Sphaerozoida* Fam. 2. *Collozoida* Ord. 6. *Symbelaria* Fam. *Collosphaerida.*	

Das Verhältniss der Sphaerozoëen zu den übrigen Radiolarien scheint mir in dem System von Hertwig den besten Ausdruck gefunden zu haben. Den beiden später aufgestellten Systemen Häckel's kann ich mich dagegen nicht anschliessen. Die Sphaerozoëen sind nicht von den Monozoen so grundverschieden, dass sie als Unterklasse denselben gegenüber gestellt werden müssten; sie sind aber auch nicht so nahe mit den Thalassicolleen und Peripyleen (Sphaerideen) verwandt, dass eine Einordnung in diese Ordnungen gerechtfertigt wäre.

Für die Vereinigung der verschiedenen Familien der Polyzoen mit entsprechenden Familien der Monozoen führt Häckel in seiner vorläufigen Mittheilung 3 Gründe an: 1) der Koloniebildung an und für sich ist keine systematische Bedeutung zuzuschreiben; 2) die Ein- bezw. Vielkernigkeit der verschiedenen Radiolarien bildet nur einen relativen Unterschied, der systematisch nicht von maassgebender Bedeutung ist; 3) das Skelet stimmt bei manchen Polyzoen so vollständig mit dem gewisser Monozoen überein, dass sogar an einen Generationswechsel zwischen den solitären und den socialen Formen gedacht werden könnte.

Der erste Grund ist gewiss zutreffend. Wenn die Polyzoen sich von manchen Monozoen nur durch das Vermögen der Koloniebildung unterschieden, so dürften sie in einem natürlichen System nicht von diesen getrennt werden.

Dagegen ist der Unterschied zwischen einkernigen und vielkernigen Radiolarien viel

schärfer, als Häckel meint. Nach den Angaben Hertwig's und nach eigenen Beobachtungen kommt den Sphaerideen und den Thalassicolleen während des vegetativen Lebens stets nur ein einziger Kern zu; während die Sphaerozoëen (und die Acanthometreen) fast während ihres ganzen vegetativen Lebens mehrkernig sind. Die Angehörigen der ersten beiden Ordnungen werden erst bei Beginn der fructificativen Periode vielkernig; die Sphaerozoëen sind dagegen schon lange vor dem fructificativen Zustande vielkernig. Die zahlreichen Kerne ihrer vegetativen Zustände entsprechen ausserdem nicht, wie Häckel irrthümlich angiebt, den Sporenkernen, sondern die letzteren gehen erst bei Beginn des fructificativen Zustandes durch wiederholte Theilung aus den ersteren hervor. Man kann mithin das sehr frühzeitige Eintreten des mehrkernigen Zustandes bei Sphaerozoëen nicht, wie Häckel es thut, ohne Weiteres in Parallele bringen mit den Vorgängen der Schwärmerbildung bei Thalassicolleen.

Die Differenz zwischen den einkernigen und den vielkernigen Formen scheint mir im Gegensatze zu Häckel für die Systematik der Radiolarien von maassgebender Bedeutung zu sein. Sollten sich Ausnahmen finden — Häckel deutet an, dass solche vorkommen —, so müsste wohl in jedem Falle durch eingehende Untersuchung des Baues und der Entwicklung entschieden werden, in welche Ordnung die betreffenden Formen gehören. Man könnte z. B. nur durch genauere Untersuchung feststellen, ob man ein monozoes Radiolar, das ähnlich wie ein Sphaerozoëen-Individuum gebaut ist, zu den Thalassicolleen oder den Sphaerideen stellen darf. —

Ebenso wenig wie den zweiten von Häckel angeführten Grund kann ich den dritten als zwingend anerkennen. Zunächst halte ich es nicht für gerechtfertigt, zwei Radiolarien für nahe verwandt zu halten, weil sie im Mangel des Skeletes übereinstimmen. *Collozoum* ist so ausserordentlich verschieden von der hoch entwickelten *Thalassicolla* und zeigt andererseits so grosse Uebereinstimmungen mit den Collosphaeriden, dass man sie in einem natürlichen System nicht von den letzteren entfernen und zu den Thalassicolleen stellen kann. Wie wenig Werth auf den Mangel eines primitiven Skeletes zu legen ist, habe ich oben an mehreren Beispielen gezeigt. Ich legte z. B. dar, dass die Trennung der Sphaerozoiden in skeletlose (*Collozoum*) und nadelführende Arten (*Sphaerozoum*) nicht durchführbar ist, und dass man sogar eine skeletlose Species (*Myxosph. coerulea*) von den Collozoen trennen und in die Familie der Collosphaeriden stellen muss.

Ebenso wenig scheint es mir angezeigt, das monozoe *Thalassoxanthium* mit *Sph. punctatum* in nahe Beziehungen zu bringen. Häckel giebt selbst an, dass die *Thalassoxanthium*-Centralkapsel dreimal grösser ist, als ein *Sphaerozoum*-Individuum, und dass sie trotzdem nur einen einzigen, sehr grossen, centralen Kern und viele kleine periphere Oelkugeln enthält. Das scheint mir doch Grund genug zu einer Trennung, und ich sehe nicht ein, weshalb man nur wegen der Form so untergeordneter Bestandtheile, wie diese zusammenhangslosen Nadeln sind, *Sph. punctatum* von zahlreichen nächstverwandten skeletlosen Formen trennen und neben die Thalassosphaeriden stellen soll.

Endlich liegt meiner Ansicht nach auch kein zwingender Grund vor, die Collosphae-

riden mit den monozoen Sphaerideen zu vereinigen. *Myxosphaera*, die nach ihrer Entwicklung von den skeletführenden Collosphaeriden nicht getrennt werden kann, würde sich bei den Sphaerideen nicht unterbringen lassen. Ausserdem spricht die auffallende Aehnlichkeit in der Form der Gitterschale, welche Häckel bei Collosphaeriden und gewissen monozoen Radiolarien constatirt hat, noch keineswegs für ein nahes Verwandtschafts-Verhältniss zwischen Collosphaeriden und Sphaerideen. Es liegen vielmehr drei Möglichkeiten vor:

A. Die monozoen und polyzoen Formen stimmen sowohl im Skelet als im Bau und in den Entwicklungserscheinungen des Weichkörpers überein. Erstens scheint mir die Annahme nicht ganz ausgeschlossen, dass Häckel isolirte Individuen von (polyzoen) Collosphaeriden als monozoe Radiolarien angesehen hat. Ich zeigte oben (p. 7—11), dass die Collosphaeriden bei Abtödtung in Spiritus meist aus einander fallen, weil ihre Gallerte aufgelöst wird. Da Häckel sich bei seinen neueren Untersuchungen wohl grösstentheils (oder ausschliesslich?) conservirten Materiales bedient hat, so möchte ich fast vermuthen, dass er die Collosphaeriden — je nach dem Entwicklungszustand und der Art und Weise der Conservirung — theils noch zusammenhängend, theils isolirt vor sich gehabt hat, und dass er die ersteren als Polyzoen (Collosphaeriden), die letzteren als Monozoen (Sphaerideen) gedeutet hat. Sollte diese Vermuthung sich bestätigen und die vermeintlichen Monozoen nur zufällig von der Kolonie getrennt sein, so müssten sie unbedingt wieder den Polyzoen zugesellt werden. — Die zweite (weniger wahrscheinliche) Möglichkeit ist die, dass in der That monozoe Arten vorhanden sind, die mit den Collosphaeriden nicht nur im Skelet, sondern auch im Bau und in der Entwicklung des Weichkörpers vollkommen übereinstimmen und nur dadurch von ihnen abweichen, dass sie im monozoen Zustande ihren Entwicklungsgang vollenden. Diese Arten würden dann aber schon durch ihre Vielkernigkeit im vegetativen Zustande so sehr von den übrigen Sphaerideen abweichen, dass man sie besser mit den Sphaerozoëen vereinigte. Dann könnte man allerdings nicht mehr die Sphaerozoëen als Polyzoen bezeichnen; da aber die Koloniebildung, wie Häckel bereits mit Recht hervorgehoben hat, nur ein Merkmal von untergeordneter systematischer Bedeutung ist, so würde der Vereinigung von vielkernigen, im Bau und in der Entwicklung übereinstimmenden monozoen und polyzoen Formen nichts im Wege stehen.

B. Die monozoen und polyzoen Formen stimmen nur in der Form des Skeletes, nicht aber im Bau und in der Entwicklung des Weichkörpers überein. In diesem dritten Falle müssten nach meiner Ansicht die monozoen und polyzoen Arten getrennt werden. Es wäre dann allerdings in hohem Grade auffallend, dass sich in zwei verschiedenen Ordnungen Formen mit identischem Skelet finden. Man darf jedoch nicht vergessen, dass bei den Heliozoen ein ähnliches Skelet vorkommt, wie bei den Sphaerozoëen und gewissen Monozoen:

	Heliozoen:	Sphaerozoëen:	Monozoe Radiolarien
Skeletlos.	*Actinophrys* *Actinosphaerium*	*Collozoum*	*Thalassolampe* *Thalassicolla*
Mit isolirten, tangential gelagerten Nadeln versehen	*Rhaphidiophrys* *Acanthocystis*	*Sphaerozoum*	*Physematium* *Thalassoxanthium* *Thalassosphaera*
Mit Gitterschale	*Clathrulina*	*Collosphaera*	*Ethmosphaera* *Cenosphaera* *Conosphaera etc.*

Ebenso wenig wie die auffallende Aehnlichkeit in der Ausbildung des Skeletes in der Klasse der Heliozoen einerseits und in der Ordnung der Sphaerozoëen andererseits Anlass geben kann, diejenigen Gattungen der beiden Abtheilungen, die sich im Skelet entsprechen, für näher verwandt zu halten, als die Sphaerozoëen oder die Heliozoen unter sich, — ebenso wenig kann, wie ich glaube, selbst eine volle Uebereinstimmung im Bau eines immerhin primitiven Skeletes dazu berechtigen, die Collosphaeriden mit monozoen Gattungen zu vereinigen, wenn sie nicht auch im Bau des Weichkörpers mit diesen übereinstimmen. Man wird weder *Rhaphidiophrys*, *Physematium* und *Sph. acuferum* wegen des Besitzes tangential gelagerter, einfacher Kieselnadeln, noch *Clathrulina*, *Collosphaera* und *Ethmosphaera* wegen des Vorhandenseins einer Gitterkugel für nahe verwandt halten dürfen. — Aus den angegebenen Gründen halte ich die Gruppe der Sphaerozoëen für eine natürliche, in sich abgeschlossene und den übrigen 5 Ordnungen der Radiolarien gleichwerthige Abtheilung. Vorläufig ist auf die Ordnung *Sphaerozoëa* nur die von Hertwig angegebene kurze Definition mit geringen Aenderungen anwendbar: Polyzoe (Koloniebildende) Radiolarien mit allseitig durchbohrter oder ohne Centralkapselmembran; zahlreiche Kerne fast während des ganzen vegetativen Lebens vorhanden; Skelet fehlt oder besteht aus einzelnen Kieselnadeln oder einer kieseligen Gitterschale. Von den übrigen Eigenschaften der Sphaerozoëen kann bei der jetzt noch sehr ungenügenden Kenntniss der anderen Radiolarien-Ordnungen vorläufig keine als charakteristisch für die Sphaerozoëen allein angegeben werden.

Bestimmungstabelle[1]).

I. Ohne Skelet oder mit ganz vereinzelten Nadeln.	Kolonie gross, stets wurstförmig. Gelbe Zellen meist im Mutterboden.	Mehrere grosse Vacuolen, welche die Kolonie deutlich gliedern. Centralkapselmembran fehlt.	Assimilationsplasma vorhanden.	*C. inerme.*
		Zahlreiche kleine Vacuolen, keine Gliederung. Kolonie meist dünn und lang. Centralkapselmembran zart. Pseudopodien sehr dick. [Oelkugel gelbbraun.]	Assimilationsplasma fehlt.	*C. pelagicum.*
	Kolonie kuglig oder wurstförmig.	Kolonie klein. Mehrere ziemlich grosse Vacuolen. Centralkapselmembran zart. Gelbe Zellen alle dicht an derselben.		*Sph. Häckeli.*
		Kolonie gross. Sehr zahlreiche kleine, mehrere grosse oder eine einzige Vacuole. In den zwei letzten Fällen Vacuolengallerte vorhanden. Centralkapselmembran sehr deutlich. Individuen sehr klein (0,04—0,06 mm) [zuweilen mit blauem Pigment]. Gelbe Zellen meist nahe der Gallertoberfläche.		*Myxosph. coerulea.*
	Kolonie kuglig mit einer sehr grossen Vacuole. Gelbe Zellen zahlreich, alle an den Individuen.	Centralkapselmembran derb. Individuen gross.		*C. Hertwigi.*
		Centralkapselmembran fein. Gelbe Zellen ausserordentlich zahlreich.	Assimilationsplasma vorhanden.	*C. fulvum.*
II. Stets mit Nadeln. Stets zahlreiche Vacuolen.	Spikeln meist verstreut, ebenso die gelben Zellen.	Kolonie wurstförmig. 2 Formen von Nadeln: einfache Spicula und kurze, dicke Punctatum-Nadeln. Individuen meist unregelmässig gestaltet. Centralkapselmembran fehlt.	Assimilationsplasma vorhanden.	*Sph. neapolitanum.*
		Kolonie kuglig oder ellipsoid. Nadeln einfach, gerade, stumpf, mit Seitendornen. Individuen kuglig. Centralkapselmembran derb.	?	*Sph. spinulosum.*
	Spikeln meist tangential um die Nester gelagert. Gelbe Zellen an den Individuen.	Kolonie kuglig oder ellipsoid (selten wurstförmig). Punctatum-Nadeln (Mittelbalken mit 3 Schenkeln jederseits). Centralkapselmembran zart.	Assimilationsplasma fehlt.	*Sph. punctatum.*
		Kolonie kuglig. 2 Formen von Nadeln: einfache und vierschenklige. Individuen sehr gross (0,11—0,21 mm). Centralkapselmembran zart. Mehrere Oelkugeln.	Assimilationsplasma vorhanden.	*Sph. acuferum.*
III. Stets mit Gitterschale. Kolonie kuglig mit einer grossen, von Gallerte erfüllten Vacuole. (Junge Qualster wurstförmig, mit mehreren Vacuolen.)	Gitterschale glatt. Oeffnungen verschieden gross.	Schalen verschieden gross. Gelbe Zellen meist innerhalb der Schale. Oelkugel farblos. Zuweilen [blaues Pigment und] grosse Krystalle vorhanden.	Assimilationsplasma fehlt.	*Collosph. Huxleyi.*
	Gitterschale mit Stacheln, die hauptsächlich die Hauptöffnungen umgeben.	Schalen gleich gross. Gelbe Zellen innerhalb der Schale. [Oelkugel blass bräunlich.]		*Acrosph. spinosa.*
	Hauptöffnungen in Tuben verlängert.	Schale derb, Tuben lang.	?	*Siphonosph. tubulosa.*
		Schalen gleich gross, fein. Tuben kurz. Gelbe Zellen nie in der Schale, meist in den Klumpen von Assimilationsplasma. Oelkugel farblos.	Klumpen von Assimilationsplasma vorhanden. Um je einen solchen Klumpen eine Gruppe von 2—5 Individuen.	*Siphonosph. tenera.*

1) Die in eckigen Klammern aufgeführten Eigenschaften sind nur an lebenden Individuen festzustellen.

Literaturverzeichniss.

1. 1834. Meyen, F. Beiträge zur Zoologie, gesammelt auf einer Reise um die Erde. in: Nov. Act. Acad. Leop. Carol. Bd. 16. p. 125—218 Taf. 27—36. (Palmellaria p. 160—164 Taf. 28 Fig. 1—7.)
2. 1851. Huxley, Th. Zoological Notes and Observations made on board H. M. S. Rattlesnake. III. Upon *Thalassicolla*, a new Zoophyte. in: Ann. Mag. Nat. Hist. (2. Ser.) Vol. 8. p. 433—442 Taf. 16.
3. 1858. Müller, Joh. Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. in: Abhandl. Königl. Akad. Wiss. Berlin 1858. 62 pgg. 11 Taf.
4. —— Schneider, Anton. Ueber 2 neue Thalassicollen von Messina. in: Müller's Arch. Anat. Physiol. 1858 p. 38—41.
5. 1862. Häckel, Ernst. Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria). Eine Monographie. Berlin 1862.
6. 1863. Dana, James. On two oceanic species of Protozoans related to the Sponges. in: Ann. Mag. Nat. Hist. (3. Ser.) Vol. 12. p. 54—55. 2 Fig.
7. 1865. Häckel, Ernst. Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. in: Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 15. p. 342—370. Taf. 26.
8. 1867. Schneider, Anton. Zur Kenntniss des Baues der Radiolarien. in: Arch. f. Anat. Physiol. 1867. p. 509 bis 511.
9. 1869. Wallich, G. C. Observations on the Thalassicollidae. in: Ann. Mag. Nat. Hist. (4. Ser.) Vol 3. p. 97 bis 102.
10. 1870. Giglioli, Enr. Hillyer. La fosforescenza del mare. Note pelagiche ed osservazioni fatte durante un viaggio di circumnavigazione 1865—1868 colla descrizione di due nuove Noctiluche. in: Atti R. Accad. Sc. Torino. Vol. 5. Marzo. 20 pgg. [Abgedruckt in: Giglioli und Issel, Pelagos. Saggi sulla vita e sui prodotti del mare. Genova 1884. p. 102 ff.]
11. —— Stuart, Alex. Neapolitanische Studien. in: Göttinger Nachr. 1870 Nr. 6 (März) p. 99—101.
12. —— Häckel, Ernst. Beiträge zur Plastidentheorie. in: Jenaische Zeitschr. Med. Nat. Bd. 5. p. 527—540. Taf. 18.
13. 1871. Dönitz, W. Beobachtungen über Radiolarien. in: Arch. f. Anat. Physiol. 1871. p. 71—82. Taf. 2.
14. —— Cienkowski, L. Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien. in: Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 7. p. 371—381. Taf. 29.
15. 1876. Hertwig, Richard. Zur Histologie der Radiolarien. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Sphaerozoiden und Thalassicolliden. Leipzig. 91 pgg. 5 Taf.
16. 1878. Häckel, Ernst. Das Protistenreich. Eine populäre Uebersicht über das Formengebiet der niedersten Lebewesen. Leipzig. 104 pgg.
17. 1879. Hertwig, Richard. Der Organismus der Radiolarien. in: Jenaische Denkschr. II. 3. 149 pgg. 10 Taf.
18. 1881. Brandt, Karl. Untersuchungen an Radiolarien. in: Monatsber. Königl. Akad. Wiss. Berlin. p. 388 bis 404. 1 Taf.
19. —— Häckel, Ernst. Entwurf eines Radiolarien-Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien. in: Jenaische Zeitschr. Med. Nat. Bd. 15 p. 418—472.

20. 1881. Brandt, Karl. Ueber das Zusammenleben von Thieren und Algen. in: Verhdl. Physiol. Ges. Berlin 11. Nov. 1881. p. 22—26 Fig. Arch. f. Anat., Physiol.; Physiol. Abtheilung.

21. 1882. Geddes, Patrik. Further researches on Animals containing Chlorophyll. in: Nature Vol. 25. Nr. 639 p. 303—305.

22. —— —— On the Nature and Functions of the »Yellow Cells« of Radiolarians and Coelenterates. in: Proceed. Roy. Soc. Edinburgh. p. 377—396.

23. —— Moseley, H. N. Pelagic Life. in: Nature Vol. 26. Nr. 675. p. 559—564.

24. —— Bütschli, O. Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs. Neue Aufl. 1. Bd. Protozoa p. 322—478. Taf. 17—32.

25. —— Brandt, Karl. Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. in: Mittheil. Zoolog. Stat. Neapel. Bd. 4. p. 191—302. Taf. 19, 20.

26. —— Häckel, Ernst. Ueber die Ordnungen der Radiolarien. in: Jenaische Zeitschr. Med. Nat. Bd. 17. 1884, Sitzgsber. (für 16. Febr. 1883) p. 18—36.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Tafel 1.

In allen Figuren bedeutet:

AP Assimilationsplasma.	*MS* Marksubstanz.	*S* Gitterschale.
C Centralkapselmembran.	*N* Kern.	*Sp* Spiculum.
G Gallerte.	*O* Oelkugel.	*V* Vacuole.
J Individuum.	*P* Pseudopodien.	*Z* Zooxanthellen (Gelbe Zellen).

Fig. 1—11, 21, 32, 40 ($^2/_1$) Kolonien im optischen Querschnitt.

Fig. 1. Vegetative Kolonie von *Collozoum inerme* (?), ungewöhnlich lang (s. p. 217 *C.* 1).

Fig. 2—9. *Myxosphaera coerulea*, fructificativ (3—6), vegetativ (7, 8), Beginn des fructificativen Zustandes (2, 9).

Fig. 10. *Collozoum pelagicum*, fructificativ, mit ungewöhnlich grossen Vacuolen.

Fig. 11. Vegetative Kolonie von *C. inerme* (?), auffallend tief eingeschnürt (s. p. 217 *C.* 2).

Fig. 12—16, 22, 33 ($^{10}/_1$) Kolonien verschiedener Species, 12—16 alt-vegetative Zustände.

Fig. 12. *Sphaerozoum punctatum.*

Fig. 13. *Sphaerozoum neapolitanum.* Nur $^1/_5$ der wurstförmigen Kolonie ist gezeichnet.

Fig. 14. *Collozoum inerme.*

Fig. 15. *Siphonosphaera tenera.* Individuen in Gruppen.

Fig. 16. *Sphaerozoum acuferum.*

Fig. 17. ($^{160}/_1$) Zwei Nester einer jungen Kolonie von *Sphaerozoum acuferum*, die in Fig. 17*a* ($^2/_1$) dargestellt ist, nach Abtödtung mit Chromsäure und Färbung mit Hämatoxylin. Gezeichnet sind nur Kapselmembran und sämmtliche in den Individuen vorhandene Oelkugeln und Kerne. Die Oelkugeln (*O*) entsprechen in Zahl und Lage ungefähr den Kernen (*N*).

Fig. 18. ($^{50}/_1$) Ein Stück der Fig. 14 dargestellten Kolonie von *Collozoum inerme* im optischen Querschnitt (schematisch), um die Anordnung der einzelnen Theile zu zeigen.

Fig. 19, 20. ($^{100}/_1$) Eiweisskugel (I) mit Concretion (II) von *Thalassicolla nucleata.* Substrat geschichtet (vergl. Fig. 24—26, p. 37). 20 nach dem Leben, 19 nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 21. ($^2/_1$) *Collozoum inerme*, alt-vegetativ, im optischen Querschnitt.

Fig. 22. ($^{10}/_1$) Junge reproductive Kolonie von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 23. ($^1/_1$) Stück einer 100 mm langen Kolonie von *Sphaerozoum neapolitanum.* Das eine Ende (I) enthält vegetative durchsichtige, das andere (II) undurchsichtige, krystallführende Nester (p. 79).

Fig. 24—26, 31, 41. ($^{500}/_1$) Substrat (I) der Oelkugeln durch Quetschen mehr oder weniger vom eingelagerten Fett (II) befreit (s. p. 36).

Fig. 24. Sprengstück einer Oelkugel von *Sphaerozoum neapolitanum.* Deutliche Schichtung.

Fig. 25, 26. Gequetschte Oelkugel von *Sphaerozoum neapolitanum* mit hervorquellenden Fetttropfen. 25 Substrat mit mehreren Schichtensystemen.

Fig. 27*a*, *b*. (ca $^{20}/_1$) Dieselbe Kolonie eines jungen *Collozoum* (*inerme?*) vor und nach dem Umrühren des Wassers. *a*. Kolonie schwimmt an der Oberfläche, Vacuole prall gefüllt. *b*. Kolonie liegt am Boden, Vacuolenwand verzerrt (s. p. 100).

Fig. 28 und 34. ($^1/_1$) Mehrere Kolonien von *Myxosph. coerulea*, die im Begriff sind, mit einander zu verschmelzen. Am dunkelsten schraffirt sind die blauen, weniger dunkel die nur schwach bläulichen Kolonien, während die pigmentfreien Kolonien fast farblos dargestellt sind (p. 79).

Fig. 29. ($^{1000}/_1$) Individuum einer jungen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* nach Behandlung mit Jodjodkalium. Centralkapselmembran zeigt im optischen Querschnitt deutliche Porenkanäle.

Fig. 30. ($^{150}/_1$) Drei in Zweitheilung begriffene Individuen aus einer jungen Kolonie von *Sphaerozoum acuferum* Nach dem Leben.

Fig. 31. ($^{500}/_1$) Gequetschte Oelkugel von *Sphaerozoum punctatum.* Vergl. Fig. 24—26.

Fig. 32. ($^2/_1$) *Sphaerozoum neapolitanum*, alt-vegetativ. Nach einem conservirten, in Wasser wieder aufgequellten Exemplare.

Fig. 33. ($^{10}/_1$) Der zehnte Theil einer 140 mm langen vegetativen Kolonie von *Collozoum pelagicum.*

Fig. 34. ($^1/_1$) *Myxosphaera coerulea.* Vergl. Fig. 28.

Fig. 35. ($^1/_1$) Drei Kolonien von *Collozoum inerme* im Verschmelzen begriffen.

Fig. 36—38. ($^2/_1$) Kolonien, die in Folge der Einwirkung von Kälte (1—2° C.) zu Boden gesunken sind (s. p. 118).

Fig. 36. *Sphaerozoum punctatum* nach mehrstündiger Einwirkung von 1—2°. Vacuolen fehlen fast ganz. Individuen im inneren Theile der Kolonie.

Fig. 37. *Collosphaera Huxleyi* nach kurzer Kälteeinwirkung. Die Individuen sind nach innen gewandert. Die ursprünglich aussen gelegene dichtere Gallerte (G_1) ist jetzt von der weichen Gallertmasse (G_2), die im Centrum der Kolonie lag, eingeschlossen.

Fig. 38. *Collosphaera Huxleyi* nach stundenlanger Kältewirkung.

Fig. 39. ($^1/_1$) Fünf mit einander verschmolzene Kolonien von *Collozoum inerme* sind im Begriff, sich mit einer sechsten zu vereinigen.

Fig. 40. ($^2/_1$) *Myxosphaera coerulea*, vegetativ.

Fig. 41. ($^{500}/_1$) Sprengstück einer Oelkugel von *Collozoum inerme.* Undeutliche Schichtung. Vergl. Fig. 24—26.

Fig. 42. ($^{50}/_1$) Je ein Stück von 4 kugelförmigen Kolonien verschiedener Species im optischen Querschnitt (schematisch), um die verschiedene Grösse, Häufigkeit und Lagerung der einzelnen Theile zu zeigen.

Fig. 42*a*. *Myxosphaera coerulea.* Vacuole (auch bei *b*. und *c*.) mit Gallerte erfüllt.

Fig. 42*b*. *Collosphaera Huxleyi.* S_1 kleine, S_2 grosse Schalen.

Fig. 42*c*. *Siphonosphaera tenera.*

Fig. 42*d*. *Sphaerozoum acuferum.* Zahlreiche mit Flüssigkeit erfüllte Vacuolen (*V*.)

Tafel 2.

In allen Figuren bedeutet:

AP Assimilationsplasma.	*O* Oelkugeln.	*S* Gitterschale.
EK Extracapsulare Körper.	*P* Pseudopodien.	

Alle Figuren nach dem Leben.

Die einzelnen Nester der verschiedenen Collosphaeriden und der *Collozoum*-Arten sind (mit Ausnahme von Fig. 9) bei derselben Vergrösserung mit dem Prisma gezeichnet (Vergr. $^{320}/_{1}$, Seibert's Obj. 4. Oberhäuser's Prisma).

Fig. 1. ($^{1000}/_{1}$) Eine in Zerfall begriffene gelbe Zelle aus einer jungen *Collozoum*-Kolonie.

Fig. 2. ($^{1000}/_{1}$) Eine intacte gelbe Zelle, sowie grosse und kleine Plasmakugeln mit Resten von halb verdauten gelben Zellen. Aus einer jungen Kolonie von *C. inerme*.

Fig. 3. ($^{320}/_{1}$) Vegetatives Individuum von *Collozoum pelagicum*. Marksubstanz mit bläschenförmigen Kernen, feinen glänzenden Körnchen und blassbräunlicher Oelkugel. (Der Farbenton entspricht nicht ganz dem lebenden Object.) Rindensubstanz ohne Körner, mit glänzenden Plasmastücken. Pseudopodien dicke Strahlen.

Fig. 4. ($^{320}/_{1}$) Vegetatives Individuum von *Acrosphaera spinosa*. Von der Schale ist nur ein Theil gezeichnet.

Fig. 5. ($^{10}/_{1}$) Fructificative Kolonie von *Myxosphaera coerulea*.

Fig. 6. ($^{10}/_{1}$) Fructificative Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*.

Fig. 7. ($^{320}/_{1}$) Jung-reproductives Individuum von *Collozoum fulvum* mit daran lagernden extracapsularen Körpern (*EK*) (Vergl. Taf. 6, Fig. 11, p. 187).

Fig. 8. ($^{320}/_{1}$) Individuum aus einer alt-vegetativen Kolonie von *Collozoum fulvum*.

Fig. 9. ($^{214}/_{1}$ Seibert's Obj. 3. Oberhäuser) Zwei Nester von *Collozoum* sp. mit zahlreichen lebenden Diatomeen in der Gallerte. Es sind nur die bei mittlerer Einstellung der beiden Nester sichtbaren Diatomeen gezeichnet worden. (Vergl. p. 141 und 217 *C.* 6.)

Fig. 10. ($^{320}/_{1}$) Individuum aus einer fructificativen Kolonie von *Myxosphaera coerulea*. Die Nester waren schon zum Klumpen zusammengerückt; daher befinden sich nur auf der einen Seite Pseudopodien, auf der anderen war der Mutterboden mit dem der benachbarten Individuen verschmolzen.

Fig. 11. ($^{320}/_{1}$) Individuum aus einer fructificativen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, eine halbe Stunde vor dem Ausschwärmen. Die Schale (*S.*) ist nur angedeutet.

Fig. 12. ($^{320}/_{1}$) Zwei Nester aus einer fructificativen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, früheres Stadium als Fig. 11.

Fig. 13. ($^{1000}/_{1}$) Isolirte Diatomeen aus einer *Collozoum*-Kolonie. (Vergl. Fig. 9.)

Fig. 14. ($^{1000}/_{1}$) Pigmentkörner von *Collosphaera Huxleyi*.

Fig. 15. ($^{320}/_{1}$) In Isosporen-Bildung begriffenes Individuum von *Collozoum inerme*. Die im Mutterboden befindliche gelbe Zelle ist in Zerfall begriffen (vergl. p. 69 u. Fig. 26).

Fig. 16. ($^{320}/_{1}$) Zwei Nester aus einer alt-vegetativen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*.

Fig. 17. ($^{320}/_{1}$) Zwei Nester aus einer vegetativen Kolonie von *Collozoum inerme* (?), die nur 20—30 Individuen enthielt.

Fig. 18. ($^{320}/_{1}$) Alt-vegetatives Individuum von *Myxosphaera coerulea*.

Fig. 19—22. ($^{1000}/_{1}$) Eine im Ausschwärmen begriffene *Zooxanthella* aus einer abgestorbenen Kolonie von *Collozoum fulvum*.

Fig. 19. Der Leib des Schwärmers quillt aus einer Oeffnung der Membran hervor.

Fig. 20. Der Schwärmer ist fast vollkommen herausgetreten und zeigt an seinem noch in der Hülle befindlichen Ende die beiden Geisseln.

Fig. 21. Der Schwärmer ist frei neben der Hülle.

Fig. 22. Der befreite Schwärmer von oben gesehen.

Fig. 23. ($^{320}/_{1}$) In Isosporen-Bildung begriffenes Nest von *Collozoum pelagicum*. (Die Kolonie war 15 mm lang, 0,8 mm breit.) Die Färbung der Oelkugel war im lebenden Object mehr bräunlich.

Fig. 24. ($^{320}/_{1}$) Individuum aus einer vegetativen Kolonie von *Collozoum inerme*, welche nur 2 grosse Vacuolen besass.

Fig. 25. ($^{320}/_{1}$) *Collozoum pelagicum*. Ein Theil der extracapsularen Masse aus einem Haufen von Individuen, die im Ausschwärmen begriffen sind. Die gelben Zellen sind erhalten; das extracapsulare Plasma ist in glänzende gelbbraune Kügelchen zerfallen. (Vergl. p. 162.)

Fig. 26. ($^{320}/_{1}$) Zerfallende gelbe Zellen im Mutterboden eines Isosporen-bildenden Nestes von *Collozoum inerme*. (Vergl. Fig. 15.)

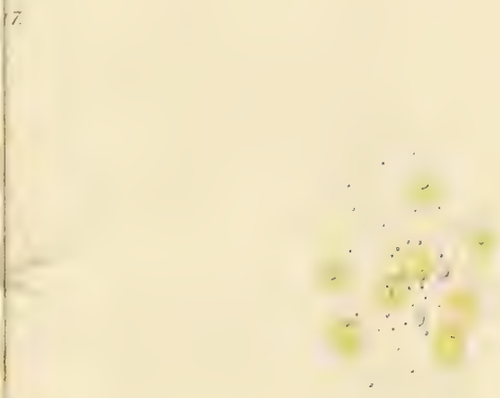
Fig. 27. ($^{320}/_{1}$) Ein Klumpen von Assimilationsplasma mit einem der benachbarten Individuen aus einer alt-vegetativen Kolonie von *Siphonosphaera tenera* (s. p. 267).

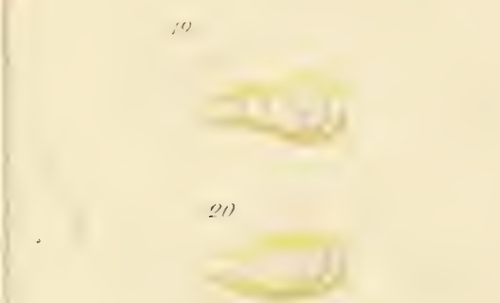
Fig. 28. ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen der p. 184, N. 24 geschilderten Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*.

1
7
2
5.

3.

4.


17.


19
20

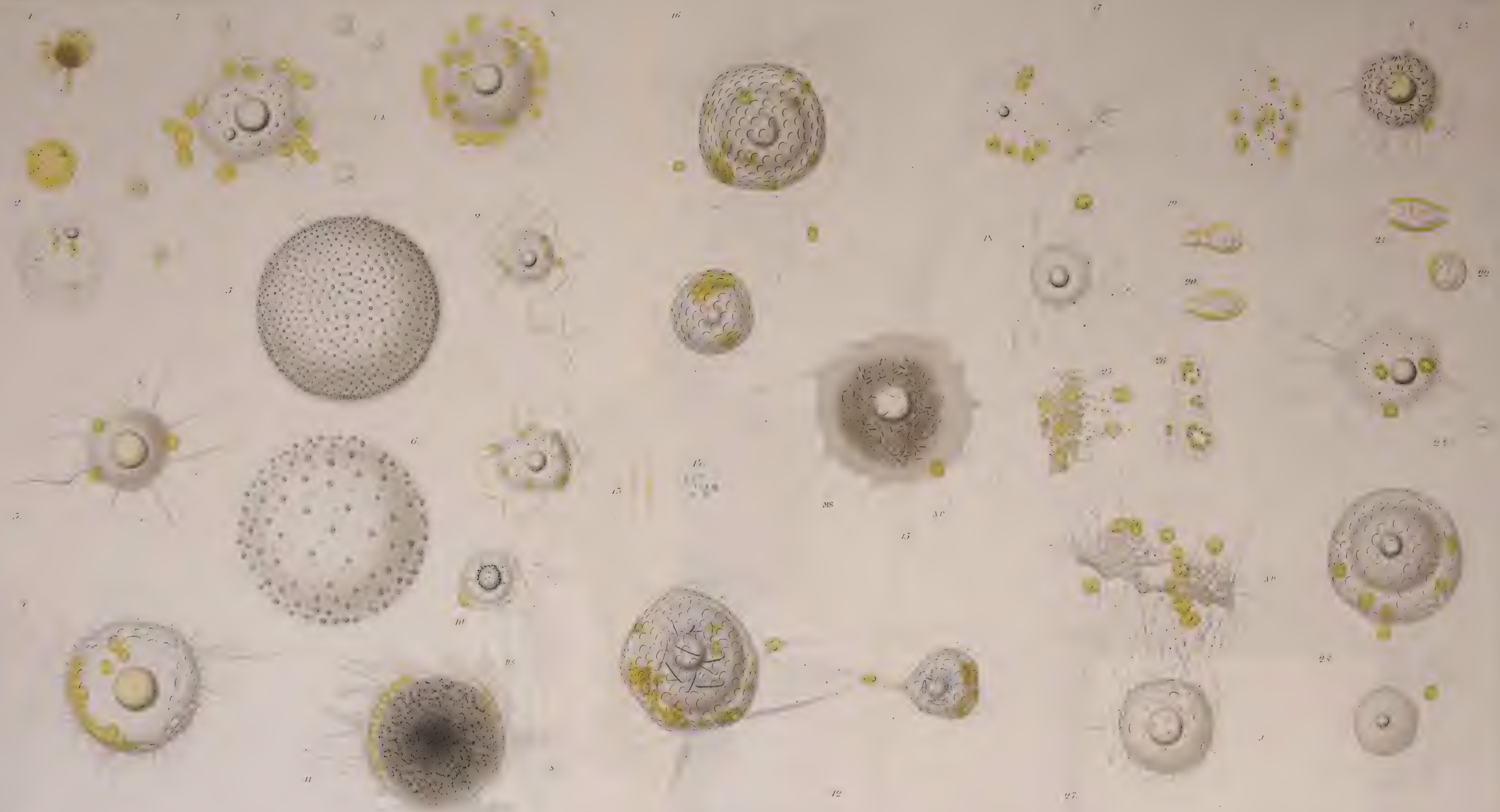
25.
26

27
J

21

24

28.



Verl. v. S. Friedländer & Sohn, Berlin

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Tafel 3.

Alle Figuren nach dem Leben.

Die einzelnen Nester der verschiedenen *Sphaerozoum*-Arten sind sämmtlich bei derselben Vergrösserung mit dem Prisma gezeichnet. (Vergr. $^{320}/_{1}$, Seibert's Obj. 4, Oberhäuser's Prisma.)

Fig. 1. ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen aus einer jungen Kolonie von *Sphaerozoum acuferum* (?). (Vergl. p. 244 Anm.)

Fig. 2. ($^{1000}/_{1}$) Ein Theil der Randpartie von *Acanthochiasma rubescens*. Das Markplasma ist reicher an Körnern, als die Rindensubstanz. Letztere besitzt Vacuolen und — besonders in den Pseudopodienbahnen — spindelförmige, glänzende Körper von unbekannter Bedeutung. Zwischen Mark- und Rindensubstanz ist keine Membran vorhanden. Die kleinen gelben Zellen, welche vorzugsweise in der Marksubstanz liegen, gehen z. Th. auch in die Rindensubstanz über. (Vergl. p. 32.)

Fig. 3. ($^{1000}/_{1}$) Ein Klumpen blasenförmiger Schwärmeranlagen von *Acanthochiasma rubescens*, durch spärliches Körnerplasma zusammengehalten. Jede Blase besitzt eine stark lichtbrechende plasmatische Wandschicht und enthält eine glänzende, bräunliche Fettmasse, die nie ganz kuglig, zuweilen geradezu sternförmig ist und in wässriger Flüssigkeit schwebt. Die Färbung der Fettmasse ist in der Figur nicht wiedergegeben. Die gelben Zellen sind selten intact. (Vergl. Fig. 14 und p. 208.)

Fig. 4. ($^{320}/_{1}$) Ein vegetatives Individuum von *Sphaerozoum neapolitanum*.

Fig. 5. ($^{320}/_{1}$) Nester von *Sphaerozoum neapolitanum*, kurz vor Reife der Schwärmer.

Fig. 6. ($^{320}/_{1}$) In Theilung begriffenes Nest aus einer jungen, cylindrischen Kolonie von *Sphaerozoum punctatum*.

Fig. 7. *a—l*. ($^{1000}/_{1}$) *a—c* Blasenförmige Schwärmeranlagen aus einer *Acanthochiasma rubescens*. Die Anlagen sind in diesem Falle nicht (wie in Fig. 3) gruppenweise angeordnet; ausserdem enthält jede von ihnen statt der verzerrten bräunlichen Fettmasse einen farblosen Krystall von verschiedener Grösse und Gestalt (7 *d—k*). Der Krystall schwebt in einer grossen Vacuole und bewegt sich in derselben um so stärker, je kleiner er ist. Die Wand besteht aus körnigem Plasma, das einen oder mehrere Kerne enthält (7 *a—c*). Statt einer Vacuole sind zuweilen (7 *l*) mehrere vorhanden, jede mit einem Krystall. In Fig. 7 *b* und 7 *l* (unten) befindet sich der Krystall nicht in der Seitenlage. In (oder unmittelbar auf?) den Anlagen liegen zuweilen unregelmässige, aber anscheinend lebende gelbe Zellen (s. p. 208).

Fig. 8. ($^{320}/_{1}$) Zwei Nester aus einer vegetativen Kolonie von *Sphaerozoum punctatum*. Die über den Individuen gelegenen Nadeln sind nicht gezeichnet.

Fig. 9. ($^{320}/_{1}$) Ein Individuum aus einer kleinen, länglichen Kolonie von *Sphaerozoum punctatum*. Nadeln und Pseudopodien sind nur an einer Seite dargestellt worden.

Fig. 10. ($^{320}/_{1}$) Fünf Individuen aus einer Kolonie von *Sphaerozoum Häckeli* (mit ca. 100 Nestern und 4 Nadeln). Die Kerne sind ausserordentlich deutlich. Rindensubstanz körnerlos.

Fig. 11. ($^{320}/_{1}$) Drei Nester aus einer Anisosporen-bildenden Kolonie von *Sphaerozoum Häckeli*. Der Qualster enthielt 60—80 Individuen und nur 2 Nadeln mit verschieden langem Mittelbalken (11, 11 *a*). (Vergl. p. 169).

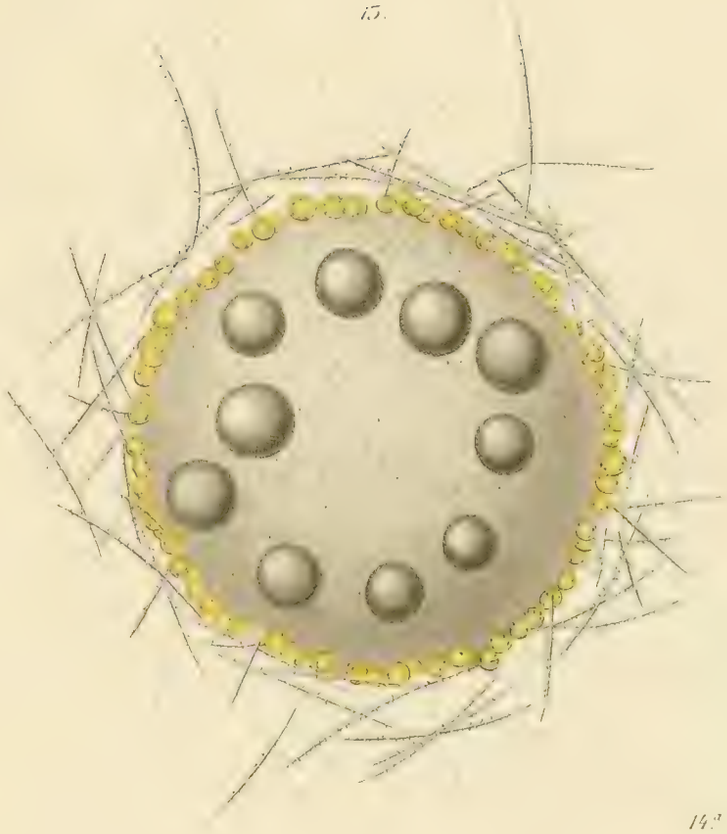
Fig. 12. ($^{320}/_{1}$) Drei Nester aus einer kleinen, cylindrischen Kolonie von *Sphaerozoum* sp. (Vergl. p. 244 Anm.)

Fig. 13. ($^{320}/_{1}$) Alt-vegetatives Individuum von *Sphaerozoum acuferum*. Die auf und unter dem Nest gelegenen Spikeln und gelben Zellen sind fortgelassen.

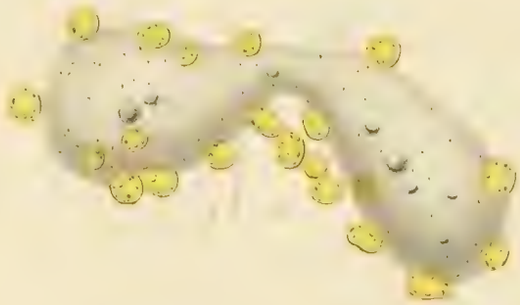
Fig. 14 *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) Durch Quetschen isolirte Schwärmeranlagen von *Acanthochiasma rubescens* (aus demselben Individuum wie Fig. 3). In Fig. 14 *b* ist der Kern deutlich zu erkennen.

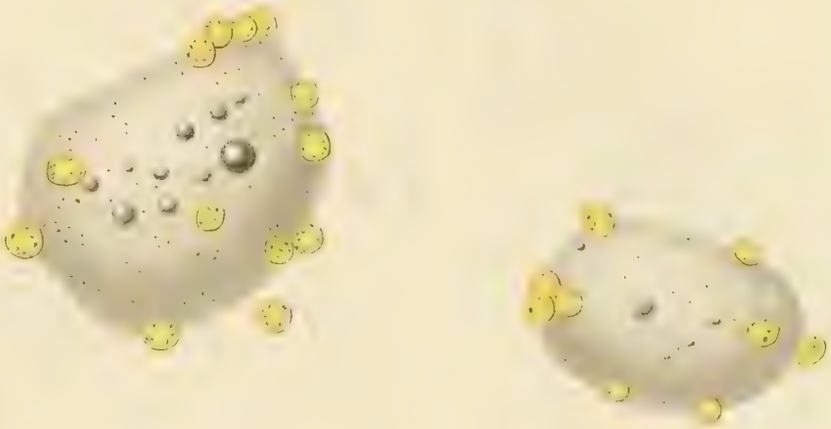
1.

13.



12.





14.a

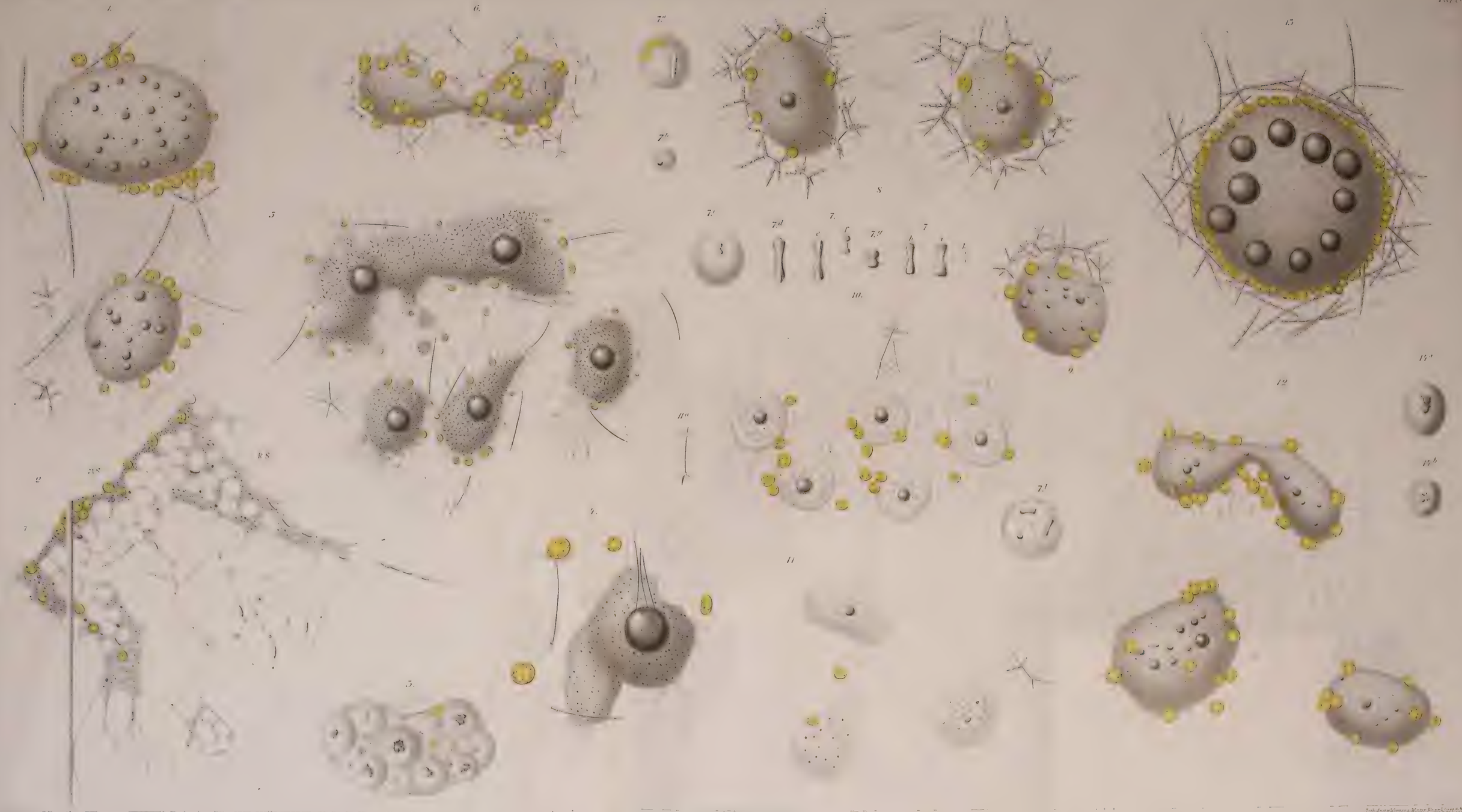
14.b

Dr. K. Brandt del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel. Sphaerozoen.

Taf. 3.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Tafel 4.

In allen Figuren bedeutet:

AP Assimilationsplasma.	*MS* Marksubstanz.	*RS* Rindensubstanz.
C Centralkapselmembran.	*N* Kern.	*S* Schale.
G Gallerte.	*O* Oelkugel.	*Sp* Spiculum.
J Individuum.	*P* Pseudopodien.	*V* Vacuole.

Fast sämmtliche Figuren sind nach Balsampräparaten oder abgetödteten Objecten gezeichnet.

Die Figuren 1—10, 12—15, 20—25, 27—29, 31—36, 38, 40, 47 stellen Individuen verschiedener Species nach Abtödtung mit Jodspiritus oder Chromsäure, nach Färbung mit alkoholischem Carmin oder wässrigem Hämatoxylin und nach Einlegen in Balsam dar. Der besseren Vergleichung wegen sind alle bei gleicher Vergrösserung mit dem Prisma gezeichnet (Vergr. $^{320}/_{1}$, Seibert's Obj. 4 Oberhäuser's Prisma).

Fig. 1. ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen einer jungen Kolonie von *Sphaerozoum punctatum*. Balsampräparat.

Fig. 2. ($^{320}/_{1}$) Eines der Taf. 3 Fig. 10 nach dem Leben dargestellten Individuen von *Sphaerozoum Häckeli*. Balsampräparat.

Fig. 3—10. ($^{320}/_{1}$) Einzelne Individuen mit mindestens einem der daran gelegenen Spicula aus 8 verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum punctatum*. Balsampräparat.

Fig. 11. ($^{320}/_{1}$) Individuum von *Myxosphaera coerulea* im optischen Querschnitt, um die Vertheilung des Pigmentes kurz vor Reife der Schwärmer zu zeigen (p. 46). Nach dem Leben.

Fig. 12, 13. ($^{320}/_{1}$) Individuen von *Sphaerozoum punctatum*, in der Bildung von Anisosporen begriffen. 12 früheres, 13 späteres Stadium (vergl. p. 168). Balsampräparat.

Fig. 14—19. ($^{320}/_{1}$) *Myxosphaera coerulea* (vergl. p. 30, 47).

Fig. 14, 15. Zwei Individuen aus verschiedenen Kolonien (15 in Isosporen-Bildung, Krystalle nicht gezeichnet). Balsampräparat.

Fig. 16. Ein fructificatives Individuum nach mehrstündiger Behandlung mit Kalilauge.

Fig. 17 s. 19.

Fig. 18. Ein Individuum nach 2-stündiger Einwirkung von Ammoniak.

Fig. 19 *a. b.* und 17. Dasselbe Individuum. 19 *a.* Umrisse nach dem Leben; — 19 *b.* 5 Minuten nach Zusatz von Salzsäure. Kerne (*N*) violett, Pigmentkörner fehlen, Centralkapselmembran (*C*) stark aufgebläht, Oelkugel (*O*) unregelmässig; — 17. 15 Minuten später. Centralkapselmembran weniger abstehend, an einer Stelle von der Rindensubstanz entblösst.

Fig. 20, 21. ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen aus verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum* sp. (Rio de Janeiro). Balsampräparat (p. 248 Anm.)

Fig. 22. ($^{320}/_{1}$) Nest von *Sphaerozoum acuferum*. Die grossen, hellen Flecke im schaumigen, kernführenden Plasma entsprechen den aufgelösten Oelkugeln. Balsampräparat.

Fig. 23—25. ($^{320}/_{1}$) Drei Individuen aus verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum neapolitanum*. 25 Beginn der Isosporen-Bildung. Balsampräparat.

Fig. 26. ($^{1000}/_{1}$) Ein nacktes bisquitförmiges Individuum einer jung-reproductiven Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* nach Einwirkung einer Lösung von Jod in Seewasser (p. 183 No. 16).

Fig. 27 *a—c.* ($^{320}/_{1}$) Drei Individuen aus einer jung-reproductiven Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* (vergl. p. 182 No. 7). Balsampräparat.

Fig. 28. ($^{320}/_{1}$) Ein Individuum von *Siphonosphaera tenera* mit Nucleinkörnern ausser den Kernen. Centralkapselmembran war nicht deutlich zu erkennen. Balsampräparat.

Fig. 29 *a—f.* ($^{320}/_{1}$) Verschiedene Individuen aus einer jung-reproductiven Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* (vergl. p. 182 No. 14). Balsampräparat.

Fig. 30. ($^{1000}/_{1}$) Ein Stück der Markmasse des Fig. 31 *a* dargestellten Nestes von *Collosphaera Huxleyi*. Ausser den Kernen auch Nucleinkörner vorhanden (vergl. p. 25). Balsampräparat.

Fig. 31 *a, b.* ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen einer jung-reproductiven Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* (vergl. p. 183 No. 20). Balsampräparat.

Fig. 32. ($^{320}/_{1}$) Alt-vegetatives Individuum von *Collosphaera Huxleyi*. Schale nicht vollständig gezeichnet. Balsampräparat.

Fig. 33 *a—c.* ($^{320}/_{1}$) Drei Nester aus einer kleinen Kolonie von *Acrosphaera spinosa* mit 20 oder 25 Individuen. Balsampräparat.

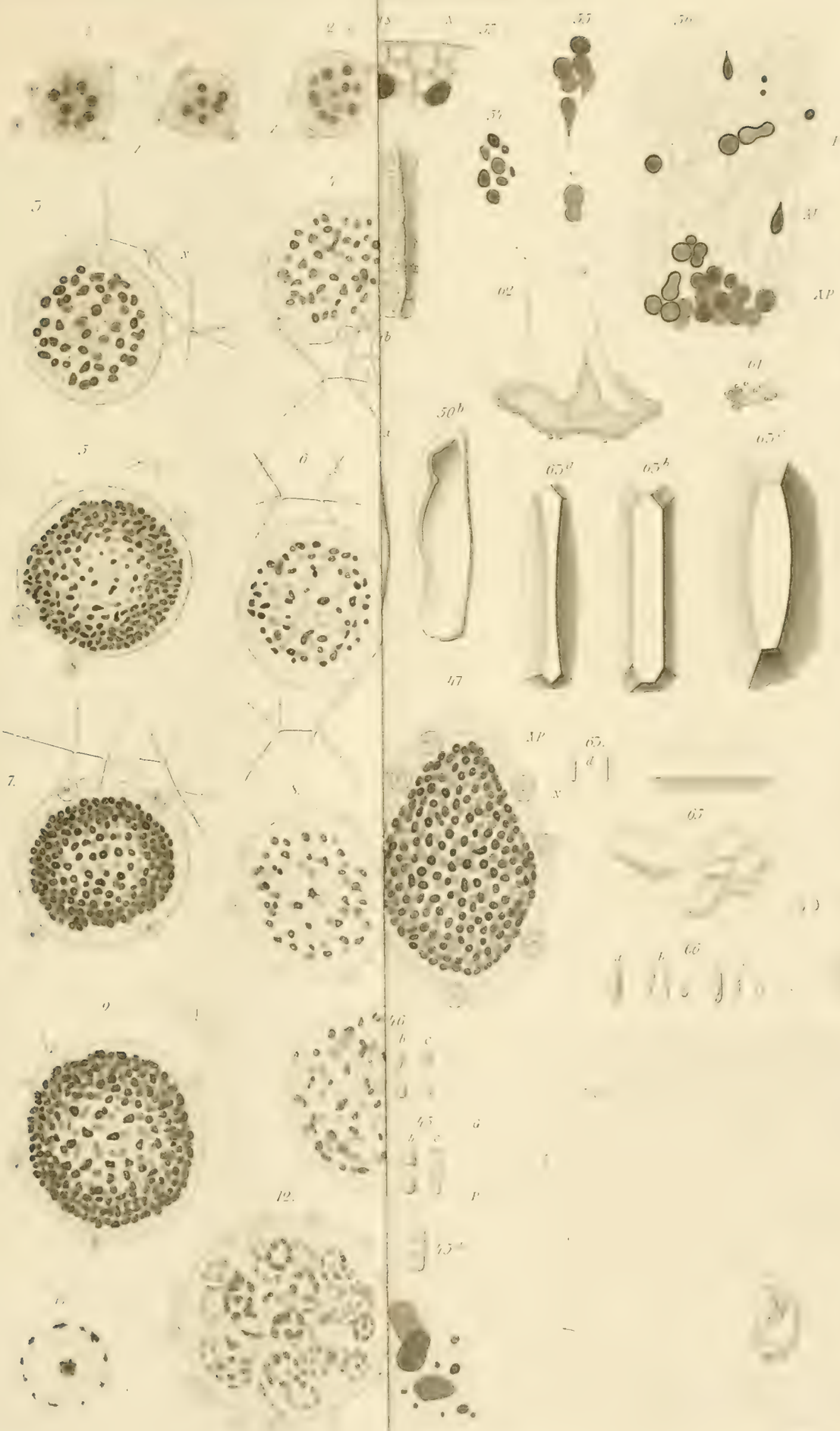
Fig. 34. ($^{320}/_{1}$) Individuum von *Collozoum fulvum*. Beginn der Isosporen-Bildung. Balsampräparat.

Fig. 35. ($^{320}/_{1}$) Individuum von *Collosphaera Huxleyi* mit gruppenweise angeordneten Kernen. Beginn der Anisosporen-Bildung. Balsampräparat. (Vergl. p. 164.)

Fig. 36 und 38. ($^{320}/_{1}$) Nester aus 2 Kolonien von *Collozoum pelagicum*. Balsampräparat.

Fig. 37. ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Collozoum pelagicum*.

Fig. 38. s. 36.



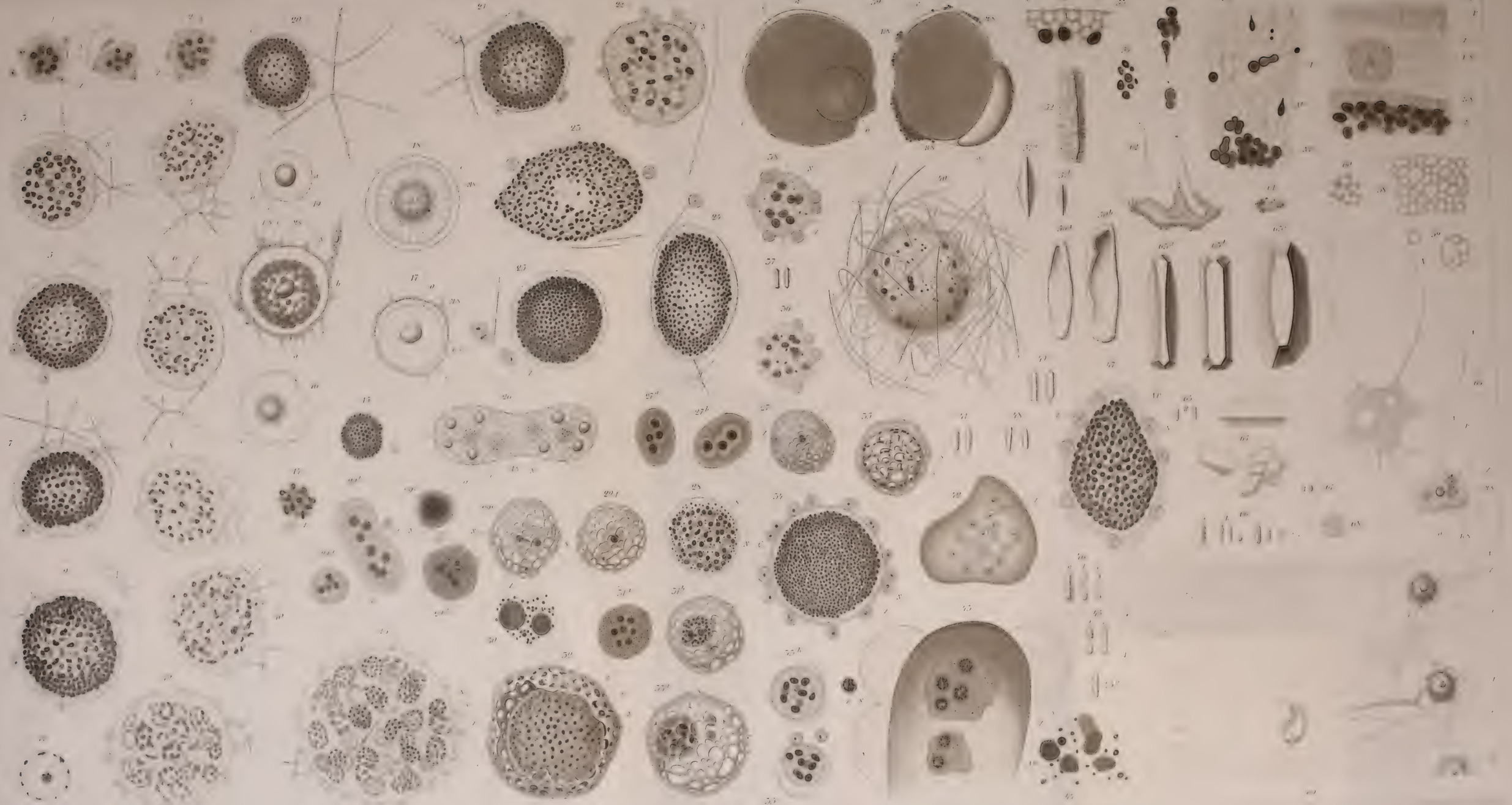


Fig. 39 *a, b.* ($^{320}/_{1}$) Zwei Nester einer Isosporen-bildenden Kolonie von *Sphaerozoum* 5 nach Behandlung mit Chlorzinkjod (vergl. p. 31 und 235). *a.* Bald nach Einwirkung des Reagens. *b.* Nach längerer Einwirkung. Das hervorquellende Fett spannt die Centralkapselmembran. Die Rindensubstanz war in beiden Fällen ganz oder grösstentheils von der Membran abgehoben.

Fig. 40. ($^{320}/_{1}$) Nest von *Sphaerozoum acuferum* mit seinem Nadelmantel. Beginn der Anisosporen-Bildung. Balsampräparat (p. 169).

Fig. 41. ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Sphaerozoum punctatum.*

Fig. 42. ($^{320}/_{1}$) Ein Klumpen von Assimilationsplasma aus einer vegetativen Kolonie von *Siphonosphaera tenera* (nach Behandlung mit Jodspiritus und Hämatoxylin in Balsam eingelegt). Die Masse ist am Rande schwach gefärbt.

Fig. 43. ($^{320}/_{1}$) Stück einer Kolonie von *Siphonosphaera tenera*, die nach kurzer Einwirkung von Jodspiritus in Wasser übergeführt wurde. Die beiden Klumpen von Assimilationsplasma sind stark violett gefärbt und enthalten dunkel-violett gefärbte Körner und 2 bezw. 4 gelbe Zellen, die tief violette Massen enthalten. Die Klumpen sind von einem weit abstehenden, violett gefärbten Hof von gelöster Stärke umgeben, der auf der der Gallertoberfläche zugekehrten Seite (in der Figur oben) geschlossen ist und einen besonders tief gefärbten Rand besitzt, auf der entgegengesetzten Seite sich verliert. Von den 3 benachbarten Individuen sind nur die Schalen angedeutet; an und in ihnen war nichts violett gefärbt. (Vergl. p. 92, 93.)

Fig. 44. ($^{1060}/_{1}$ Seibert Object. 6 Zeichenprisma) Ein Theil der Markmasse des Fig. 28 dargestellten Individuums von *Siphonosphaera tenera.* Neben den Kernen sind Nucleinkörner vorhanden.

Fig. 45 *a—c.* ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Collozoum inerme* nach Behandlung mit Schwefelsäure (vergl. p. 41). *a.* nach 1-stündiger, *b. c.* nach 24-stündiger Einwirkung.

Fig. 46 *a—c.* ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Collozoum inerme* nach Behandlung mit Kalilauge (vergl. p. 42). *a.* nach 40, *b. c.* nach 64 Stunden.

Fig. 47. ($^{320}/_{1}$) Alt-vegetatives Individuum von *Collozoum inerme.* Balsampräparat. Die auf dem Individuum liegenden gelben Zellen sind fortgelassen.

Fig. 48. ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Myxosphaera coerulea.*

Fig. 49. ($^{1000}/_{1}$) Isosporen-Krystalle von *Collozoum inerme.*

Fig. 50 *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) Hohle Krystalle von *Collosphaera Huxleyi.* (Vergl. p. 43 Anm.)

Fig. 51 *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) 2 Krystalle aus einem Anisosporen-bildenden Individuum von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 52. ($^{1000}/_{1}$) *Collosphaera*-Krystalle nach längerem Glühen (p. 44).

Fig. 53. ($^{1000}/_{1}$) Rinde der Markmasse eines vegetativen Nestes von *Sphaerozoum punctatum*, um die Vacuolen der Marksubstanz zu zeigen. Balsampräparat.

Fig. 54. ($^{1000}/_{1}$) Stücke des Assimilationsplasmas von *Collozoum fulvum* nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Balsampräparat.

Fig. 55. ($^{1000}/_{1}$) Dasselbe von *Sphaerozoum acuferum*, frisch untersucht.

Fig. 56. ($^{1000}/_{1}$) Assimilationsplasma von *Collozoum inerme* (vegetativ) nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Die schwarzen Klumpen liegen nicht allein im Mutterboden (unten), sondern auch in den vollkommen farblosen Pseudopodienbahnen. Glycerinpräparat (p. 14).

Fig. 57. ($^{1000}/_{1}$) Stück eines alt-vegetativen Nestes von *Sphaerozoum neapolitanum* (nach Behandlung mit Jodspiritus, wässrigem Hämatoxylin, Alkohol und nach Zerzupfen in Canadabalsam). Von einer Centralkapselmembran ist keine Spur zu erkennen (p. 31).

Fig. 58. ($^{1000}/_{1}$) Stück des Mutterbodens eines krystallführenden Nestes von *Collozoum inerme* nach Abtödtung mit Chromsäure. Balsampräparat. Das Assimilationsplasma zeigt vacuolaren Bau.

Fig. 59. ($^{1000}/_{1}$) Stücke des Assimilationsplasmas nach Behandlung mit Jodjodkalium. Aus einer Anisosporen-bildenden Kolonie von *Collozoum inerme.*

Fig. 60. ($^{1000}/_{1}$) Klümpchen des Assimilationsplasmas von krystallführenden Individuen von *Sphaerozoum neapolitanum* nach Abtödtung mit Jodspiritus. Balsampräparat.

Fig. 61. 62. ($^{500}/_{1}$) Assimilationsplasma eines Isosporen-bildenden Nestes von *Collozoum inerme.* Nach dem Leben. 62. Der Klumpen besteht aus hyalinen Stücken, die sich vereinzelt auch in den Pseudopodien finden. 61. Eine Stunde später. Die hyalinen Stücke sind z. Th. in bräunliche Kügelchen verwandelt (p. 157).

Fig. 63 *a—d.* ($^{1000}/_{1}$) 5 Krystalle aus einer Isosporen-bildenden Kolonie von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 64. (ca. $^{100}/_{1}$? Seibert's Obj. 2 Oberhäuser's Prisma) Theil einer Kolonie von *Collozoum* 5 (p. 217) mit Vacuolenplasma (vergl. p. 21). Nach dem Leben.

Fig. 65. ($^{1000}/_{1}$) 2 Krystalle und eine Krystallgruppe aus einem Individuum von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 66 *a—c.* ($^{1000}/_{1}$) Krystalle von *Siphonosphaera tenera. a.* frisch. *b.* 2—3 Minuten nach Salzsäure-Zusatz. *c.* Veränderungen eines Krystalls während minutenlanger Einwirkung von Salzsäure (p. 41).

Fig. 67. ($^{1000}/_{1}$) Anisosporen-Krystalle von *Collozoum inerme.*

Fig. 68. ($^{1000}/_{1}$) Assimilationsplasma von *Collozoum fulvum* nach Abtödtung mit Jodspiritus. Balsampräparat.

Fig. 69. (ca. $^{60}/_{1}$? Seibert's Obj. 1 Oberhäuser's Prisma) Theil einer lebenden Kolonie von *Sphaerozoum punctatum* mit dem entleerten Chitinpanzer eines Ostracoden (vergl. p. 88).

Tafel 5.

In allen Figuren bedeutet:

C Centralkapselmembran.	*J* Individuum.	*O* Oelkugel.
G Gallerte.	*N* Kern.	*V* Vacuole.

Die Figuren 1—57, 61 und 62 betreffen die Schwärmerbildung der Sphaerozoëen, und zwar ist in 1—18 und 43—47 die Isosporen-Bildung, 19—42, 48—57, 61, 62 die Anisosporen-Bildung dargestellt. Schematisch sind die Figuren 3, 8, 11, 15, 27, 47, 57 ($^{500}/_{1}$) und 34 ($^{1000}/_{1}$).

Fig. 1—8. Isosporen-Bildung der Sphaerozoiden (p. 160 ff).
Fig. 1. ($^{1000}/_{1}$) Klumpen von Isosporen-Anlagen. *Sphaerozoum neapolitanum.* Nach dem Leben (p. 159).
Fig. 2—4. *Collozoum inerme* (p. 156 ff).
Fig. 2. ($^{1000}/_{1}$) Vacuolen, die in gewissen Stadien der Isosporen-Bildung nahe der Oelkugel auftreten. Nach dem Leben.
Fig. 3 *a. b.* ($^{500}/_{1}$) Schema. *a.* frühes, *b.* späteres Stadium der Isosporen-Bildung.
Fig. 4. ($^{1000}/_{1}$) Isospore nach dem Leben.
Fig. 5. ($^{1000}/_{1}$) Isospore von *Sphaerozoum punctatum*, nach dem Leben.
Fig. 6, 7. ($^{1000}/_{1}$) *Collozoum fulvum* (p. 158).
Fig. 6. *a. b.* Isosporen nach dem Leben.
Fig. 7. Zwei homogene Kerne mit je einem anliegenden Krystall. Balsampräparat.
Fig. 8. ($^{500}/_{1}$) Schema eines Stadiums der Isosporen-Bildung von *Collozoum pelagicum* (p. 158).
Fig. 9—19. Isosporenbildung der Collosphaeriden (p. 160 ff).
Fig. 9—11. *Myxosphaera coerulea* (p. 150 ff).
Fig. 9. ($^{1000}/_{1}$) An einander gedrängte, homogene Kerne von oben (links einer von der Seite) gesehen. Balsampräparat.
Fig. 10. ($^{1000}/_{1}$) Schwärmer (Isosporen? s. p. 174), nach dem Leben.
Fig. 11. *a—d* ($^{500}/_{1}$) Schema.
Fig. 12—15. *Siphonosphaera tenera* (p. 155 ff).
Fig. 12. ($^{1000}/_{1}$) Vacuolen an der Oelkugel. (Vergl. das Schema Fig. 15.) Nach dem Leben.
Fig. 13. ($^{1000}/_{1}$) Homogene Kerne mit dicht anliegendem Krystall. Balsampräparat.
Fig. 14 *a—h.* ($^{1000}/_{1}$) 8 Schwärmer (sämmtlich Isosporen? s. p. 174), nach dem Leben (p. 155).
Fig. 15. ($^{500}/_{1}$) Schema eines späten Stadiums der Isosporen-Bildung.
Fig. 16—18. ($^{1000}/_{1}$) *Acrosphaera spinosa* (p. 154).
Fig. 16, 17. Kerne aus Isosporen-bildenden Nestern. Balsampräparat.
Fig. 18 *a—f.* Schwärmer *a.* Anlagen, *b. c.* reife Schwärmer — nach dem Leben; *e.* nahe dem Absterben; *d. f.* nach Abtödtung mit Pikrinsäure.
Fig. 19—42. Anisosporen-Bildung der Sphaerozoiden (p. 170 ff.).
Fig. 19—27. *Collozoum inerme* (p. 165 ff.).
Fig. 19. ($^{1000}/_{1}$) Gruppe differenzirter Kerne mit daran gelegenem homogenem Kern. Balsampräparat.
Fig. 20. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) Reife Makro- und Mikrosporen, nach dem Leben.
Fig. 21. *a—h.* ($^{1000}/_{1}$) *a. c.* Makrosporen, *b. d—h.* Mikrosporen. Balsampräparat.
Fig. 22—25. Aus derselben Kolonie, 22, 23 vom 23. IX. 84; 24, 25 vom 24. IX. 84 (24 Stunden später).
Fig. 22. ($^{320}/_{1}$) Nach dem Leben; durch Deckglasdruck etwas abgeplattet (s. Fig. 22—25).
Fig. 23. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) *a.* Makro-, *b.* Mikrosporen-Haufen nach Abtödtung und Färbung. In *b.* Kerne noch nicht differenzirt. Balsampräparat (s. Fig. 22—25).
Fig. 24. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) *a.* Makro-, *b.* Mikrosporen-Haufen. Balsampräparat (s. Fig. 22—25).
Fig. 25. *a—d.* ($^{320}/_{1}$) Isolirte Makro- und Mikrosporen-Haufen, nach dem Leben (s. Fig. 22—25).
Fig. 26. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) Makro- und Mikrosporen. Gummiglycerin.
Fig. 27. *a—d.* ($^{500}/_{1}$) Schema der Anisosporen-Bildung von *Collozoum inerme.*
Fig. 28. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) Makro- und Mikrosporen von *Sphaerozoum Häckeli*, nach dem Leben (p. 169).
Fig. 29—34. ($^{1000}/_{1}$) *Sphaerozoum punctatum* (p. 168).
Fig. 29. Kerne zweier Individuen einer Kolonie. *a—c* aus einem, *d.* aus dem anderen Individuum. Plasma der Kerngruppe (in *d*) verschieden von der übrigen Marksubstanz.
Fig. 30. Gruppe von Mikrosporen-Kernen mit anliegendem homogenem Kern, der durch das umgebende schaumige Plasma ausgebuchtet ist.
Fig. 31. Makro- und Mikrosporen-Gruppe, durch schaumiges Plasma getrennt, in welchem 1 sehr unregelmässiger, homogener Kern liegt.
Fig. 32. *a. b.* Fast reife Schwärmer. *a.* Mikrosporen, z. Th. noch mit dem kernführenden Ende zusammenhängend, *b.* Makrosporen.
Fig. 33. 2 Gruppen, eine in Mikro-, die andere in Makrosporen-Bildung. Im dazwischen befindlichen schaumigen Plasma 2 homogene Kerne.
Fig. 34. *a. b.* Schema der Mikrosporen-Bildung bei *Sphaerozoum punctatum.*

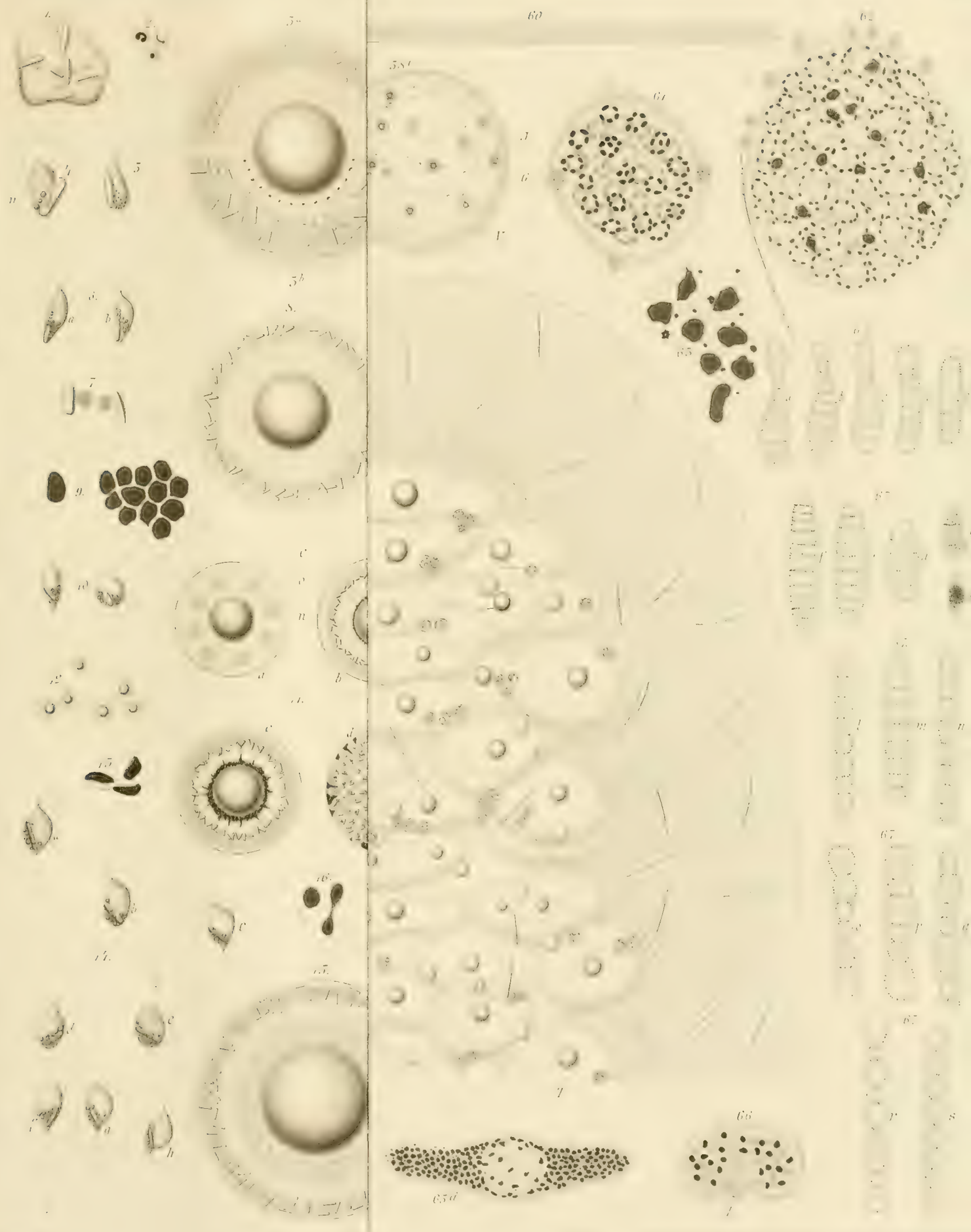


Fig. 35—37. *Collozoum fulvum.*

Fig. 35. ($^{320}/_{1}$) Anisosporen-bildendes Nest nach dem Leben.

Fig. 36. ($^{320}/_{1}$) Eine der intracapsularen Knospen von 35 isolirt, nach dem Leben.

Fig. 37. ($^{1000}/_{1}$) Gruppe differenzirter Kerne und schaumiges Plasma mit einem homogenen Kerne. Balsampräparat.

Fig. 38. ($^{1000}/_{1}$) 2 isolirte intracapsulare Knospen von *Collozoum Hertwigi* (p. 167) nach dem Leben.

Fig. 39—42. ($^{1000}/_{1}$) *Sphaerozoum acuferum* (p. 169).

Fig. 39. Homogener Kern in Theilung. Aus einem Individuum, das Anisosporen-Bildung beginnt. Balsampräparat.

Fig. 40. Differenzirter grosser Kern im optischen Querschnitt. Etwas späteres Stadium der Anisosporen-Bildung als 39. Balsampräparat.

Fig. 41. 3 Gruppen, dazwischen schaumiges Plasma mit grossen differenzirten Kernen. Balsampräp.

Fig. 42. 2 Gruppen, eine mit Makrosporen-, die andere mit Mikrosporen-Kernen. An letzterer 1 sehr unregelmässiger Kern mit undeutlicher Differenzirung. Balsampräparat.

Fig. 43—47. Isosporen-Bildung von *Collosphaera Huxleyi* (p. 153).

Fig. 43 *a—c*. ($^{1000}/_{1}$) Schwärmer (Isosporen?) *a. b.* nach dem Leben, *b.* mit blauem Pigmentkorn, *c.* nach Abtödtung mit Pikrinsäure.

Fig. 44. ($^{1000}/_{1}$) Homogene Kerne bei Beginn der Bildung von Krystallen. Balsampräparat.

Fig. 45. ($^{1000}/_{1}$) 3 homogene Kerne mit Krystallen dazwischen, die zahlreicher sind als die Kerne. Balsampräparat.

Fig. 46. ($^{1000}/_{1}$) Spätes Stadium. 3 homogene Kerne und ebenso viel Krystalle daran. Balsampräparat.

Fig. 47. *a. b.* ($^{500}/_{1}$) Schema der Isosporen-Bildung von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 48—57. Anisosporen-Bildung der Collosphaeriden (p. 172 ff.).

Fig. 48. ($^{1000}/_{1}$) 3 differenzirte Kerne von *Siphonosphaera tenera* (p. 165). Balsampräparat.

Fig. 49—50. ($^{1000}/_{1}$) *Acrosphaera spinosa* (p. 164).

Fig. 49. 2 differenzirte Kerne aus einer Kolonie, der eine in Theilung.

Fig. 50. *a.* Kerne aus einem Makrosporen-bildenden Nest, Krystalle dick; *b.* Kerne aus einem anderen Nest mit Mikrosporen-Kernen und feinen Krystallen.

Fig. 51—53. ($^{1000}/_{1}$) *Myxosphaera coerulea* (p. 163). Balsampräparat.

Fig. 51. 2 Kerngruppen aus einem Individuum.

Fig. 52. 3 Kerne mit wenig deutlicher Differenzirung.

Fig. 53. *a. b.* Makro- und Mikrosporen-Kerne aus 2 verschiedenen Individuen einer Kolonie. Krystalle gleich.

Fig. 54—57. *Collosphaera Huxleyi* (p. 164).

Fig. 54. ($^{1000}/_{1}$) 3 Gruppen homogener Kerne, 2 mit je einem Krystall. Beginn der Anisosporen-Bildung. Balsampräparat.

Fig. 55. ($^{1000}/_{1}$) Eine Gruppe differenzirter Kerne. Balsampräparat.

Fig. 56. *a. b.* ($^{1000}/_{1}$) *a.* Mikrosporen-, *b.* Makrosporen-Kerne, mit den daran gelegenen kleinen Krystallen. Die grossen Krystalle, von denen 2 zwischen *a* und *b* dargestellt sind, stimmen in Makrosporen- und Mikrosporen-bildenden Nestern überein. Balsampräparat.

Fig. 57. *a—d.* ($^{500}/_{1}$) Schema der Anisosporen-Bildung von *Collosphaera Huxleyi. a.* sehr frühes, *b.* etwas späteres Stadium; *c.* und *d.* repräsentiren späte, gleich alte Zustände. *c.* Theil eines Makrosporen-bildenden Nestes, *d.* Theil eines Mikrosporen-bildenden Nestes.

Fig. 58 *a—c*. ($^{50}/_{1}$) 3 sehr kleine Kolonien von *Myxosphaera coerulea,* die in der Vacuolengallerte fructificativer Exemplare enthalten waren. Nach dem Leben.

Fig. 59 *a—e*. ($^{1000}/_{1}$) Schwärmer von Acanthometriden (s. oben p. 208).

a. 3 Schwärmer von *Acanthometra sicula* nach Behandlung mit Jodjodkalium. — *b.* Schwärmer von *Acanthometra sicula* nach dem Leben. — *c.* 2 Schwärmer von *Xiphacantha alata* nach dem Leben. — *d.* 5 Schwärmer eines anderen Exemplares von *Xiphacantha alata* nach Behandlung mit Jodjodkalium. — *e.* 2 Schwärmer eines 3. Exemplares von *Xiphacantha alata,* der eine (links) nach dem Leben, der andere nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure und Beale's Karmin.

Fig. 60. ($^{2}/_{1}$) Vegetative Kolonie von *Myxosphaera coerulea.*

Fig. 61. ($^{320}/_{1}$) Individuum von *Collozoum inerme* in Anisosporen-Bildung. Balsampräparat.

Fig. 62. ($^{320}/_{1}$) Individuum von *Sphaerozoum acuferum* in Anisosporen-Bildung. Balsampräparat.

Fig. 63. ($^{1000}/_{1}$) Theil der Marksubstanz eines Nestes von *Sphaerozoum neapolitanum* mit homogenen Kernen und Nucleinkörnern (vergl. Taf. 4, Fig. 30, 31, 36, 44). Balsampräparat. Ein Nest derselben Kolonie ist Fig. 65 *d* dargestellt.

Fig. 64. ($^{214}/_{1}$) Seibert's Objectiv 3. Oberhäuser's Prisma). Theil einer jungen Kolonie von *Sphaerozoum neapolitanum* mit eigenthümlicher Anordnung der Individuen. Nach dem Leben.

Fig. 65. *a—d.* ($^{214}/_{1}$) Conservirte Individuen von *Sphaerozoum neapolitanum, a. b.* von oben, *c. d.* von der Seite gesehen. Balsampräparat.

Fig. 66. ($^{214}/_{1}$) In Theilung begriffenes Nest aus einer jungen *Collozoum*-Kolonie. (Species?) Balsampräparat.

Fig. 67 *a—s*. ($^{2}/_{1}$) Kolonien von *Collozoum inerme. a—e.* die verschiedenen Formen, welche ein Isosporen-bildender Qualster während 3tägiger Cultur annahm. — *f—k.* Verschiedene in Isosporen-Bildung begriffene Kolonien. — *l—n.* vegetative, *o—s.* Anisosporen-bildende Zustände.

Tafel 6.

In allen Figuren bedeutet:

AP Assimilationsplasma.	*K* Grosse Krystalle.	S_1 Kleine Schalen.
C Centralkapselmembran.	*MS* Marksubstanz	S_2 Grosse (später gebildete) Schalen.
EK Extracapsulare Körper.	*N* Kern.	*Sp* Spicula.
G Gallerte.	*O* Oelkugel.	*V* Vacuole.
GZ Gelbe Zellen, Zooxanthellen.	*P* Pseudopodien.	*Z* Zooxanthellen, Gelbe Zellen.
J Individuum.	*S* Schale.	

Fast sämmtliche Figuren betreffen die »jung-reproductiven« Zustände, und zwar 1—4, 6—19, 22, 23 die der Sphaerozoiden, 24—28 die von Collosphaeriden.

Fig. 1—4. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum* mit extracapsularen Körpern.

Fig. 1. Theil einer Kolonie von *Sphaerozoum* 7 (p. 236) vergl. p. 193. Nach dem Leben.

Fig. 2. Individuum mit daran liegenden extracapsularen Körpern derselben Kolonie nach Abtödtung (Jodspiritus) und Färbung (Alkoholkarmin). Balsampräparat. Das Spiculum liegt schräg, daher so kurz.

Fig. 3. Theil einer Kolonie von *Sphaerozoum neapolitanum* vergl. p. 192. Nach dem Leben.

Fig. 4. Theil einer anderen Kolonie von *Sphaerozoum neapolitanum* mit eigenthümlicher Anordnung der Theile und mit Körpern zweifelhafter Bedeutung (*EK*?), vergl. p. 193. Nach dem Leben.

Fig. 5. ($^{1000}/_{1}$) 4 Kerne in verschiedenen Stadien der Theilung aus einem zerzupften vegetativen Individuum von *Sphaerozoum punctatum*. Balsampräparat. Kerne ganz homogen.

Fig. 6—19. Theile aus *Collozoum*-Kolonien mit extracapsularen Körpern (vergl. p. 187).

Fig. 6. ($^{1000}/_{1}$) Extracapsularer Körper nach Abtödtung mit Pikrinsäure (vergl. Fig. 15).

Fig. 7. 8. ($^{1000}/_{1}$) Theil eines Nestes (7) und eines extracapsularen Körpers (8) aus einer jung-reproductiven Kolonie von *Collozoum fulvum*, vergl. p. 191 und 195. Balsampräparat.

Fig. 9. ($^{320}/_{1}$) Nest von *Collozoum* spec. mit daran liegenden extracapsularen Körpern. Etwas entfernt davon einige extracapsulare Körper und kleine Nester. Vergl. p. 189. Nach dem Leben.

Fig. 10. ($^{1000}/_{1}$) Extracapsularer Körper von *Collozoum* spec., nach dem Leben (p. 188).

Fig. 11 *a—c*. ($^{1000}/_{1}$) Extracapsulare Körper von *Collozoum fulvum*. *a*. nach dem Leben, *b*. nach Abtödtung mit Chromsäure, *c*. nach Färbung mit Hämatoxylin, in Glycerin (p. 191).

Fig. 12. ($^{1000}/_{1}$) Extracapsularer Körper von *Collozoum* sp. nach Abtödtung mit Ueberosmiumsäure. Vergl. p. 188.

Fig. 13. ($^{320}/_{1}$) Zwei Individuen einer jung-reproductiven Kolonie von *Collozoum* sp., nach dem Leben (p. 188).

Fig. 14, 15. ($^{320}/_{1}$) Individuen mit daran liegenden extracapsularen Körpern (*EK*) aus 2 verschiedenen Kolonien von *Collozoum* spec. (p. 188). Nach dem Leben. Einer der *EK* von Fig. 15 ist Fig. 6 nach Abtödtung mit Pikrinsäure dargestellt.

Fig. 16—18. ($^{320}/_{1}$) *Collozoum* spec. vergl. p. 189. 16. Optischer Querschnitt eines extracapsularen Körpers nach Abtödtung mit Chromsäure. 17 *a*. Optischer Querschnitt eines lebenden extracapsularen Körpers. — 17 *b*. Ein Läppchen durch Zerzupfen isolirt, nach dem Leben. — 18. Individuum mit daran liegenden extracapsularen Körpern, nach dem Leben.

Fig. 19. ($^{320}/_{1}$) Nest mit benachbarten extracapsularen Körpern von *Collozoum* spec., nach dem Leben (p. 188).

Fig. 20. Schema, das die Umlagerung der Kerne und Oelkugel zeigt. *a*. sehr junges Individuum, Kern im Centrum. *b*. mehrere Kerne central, ebenso zahlreiche kleine Oelkugeln peripher. *c—e*. Kerne wandern nach aussen, Oelkugeln nach innen. Letztere verschmelzen zu einem centralen Tropfen (*d*, *e*). Kerne ordnen sich in einer Schicht sehr regelmässig an (*e*). p. 74.

Fig. 21. ($^{250}/_{1}$) Schema eines Nestes von *Collozoum fulvum* (vergl. p. 74).

Fig. 22 *a—e*. ($^{320}/_{1}$) Verschiedene in Theilung begriffene extracapsulare Körper aus einer Kolonie von *Collozoum* sp., nach dem Leben.

Fig. 23 *a—d*. Schema der Bildung von Oeltrauben in den extracapsularen Körpern (p. 189).

Fig. 24—29. Jung-reproductive Zustände von Collosphaeriden (p. 180 ff).

Fig. 24. ($^{320}/_{1}$) Ein beschaltes und ein nacktes Nest und ein Klumpen von Assimilationsplasma aus einer jungen Kolonie von *Siphonosphaera tenera*. Das Plasma des mit Schale versehenen Nestes ist tingirt und enthält nur grosse Kerne, das des nackten enthält ausser grossen Kernen etwa ebenso zahlreiche Gruppen von je 2 kleinen Kernen (p. 181, 186). Balsampräparat.

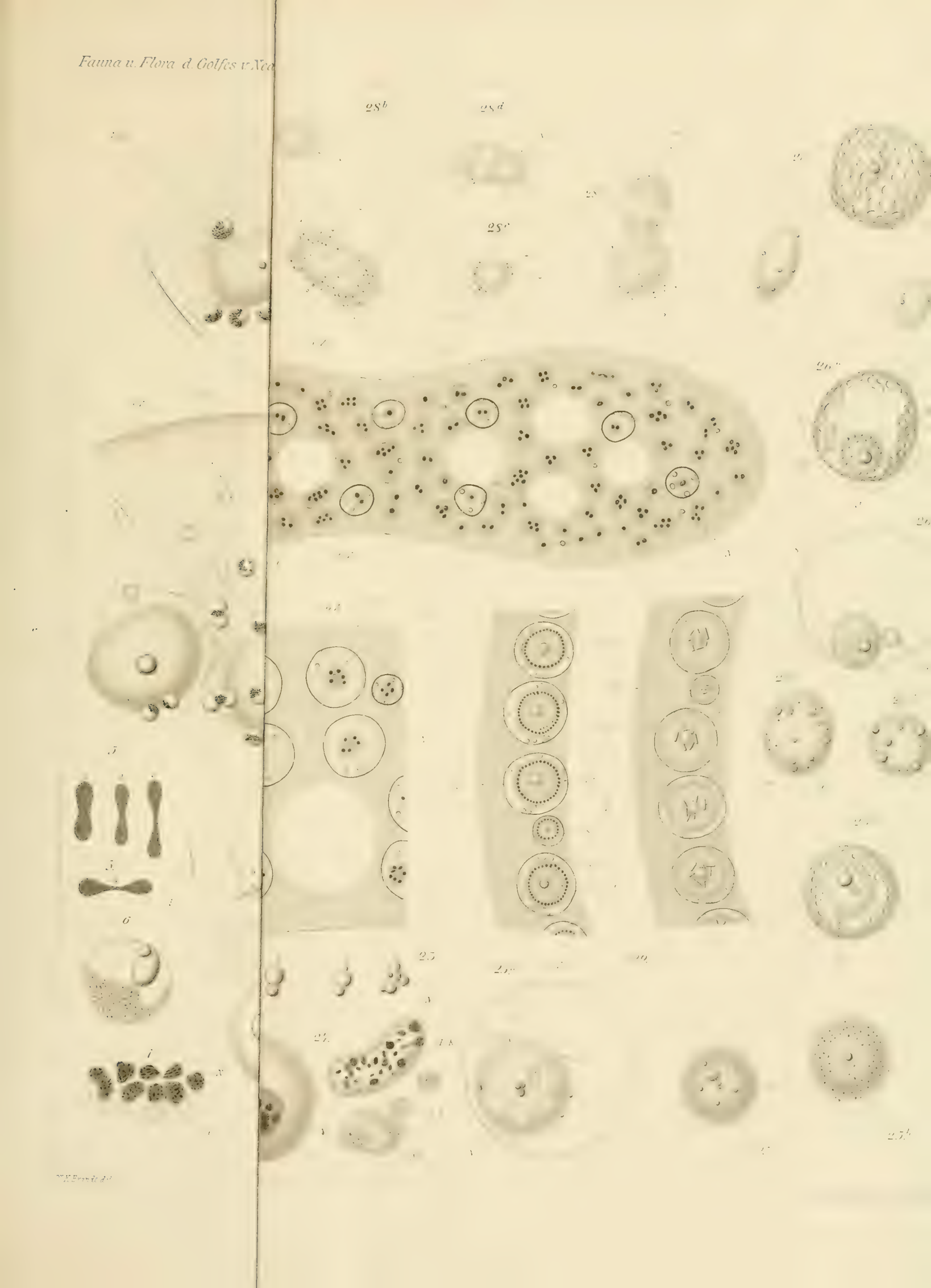
Fig. 25 *a—d*. ($^{300}/_{1}$) Zwei nackte und zwei mit Schale versehene Nester aus einer Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, nach dem Leben. Vergl. p. 183 No. 19.

Fig. 26 *a—d*. ($^{320}/_{1}$) 4 Individuen einer anderen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, nach dem Leben. Vergl. p. 183 No. 15.

Fig. 27. ($^{320}/_{1}$) 3 Nester aus einer Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, nach dem Leben (vergl. p. 181 No. 5).

Fig. 28 *a—f*. ($^{300}/_{1}$) 6 nackte Nester einer jungen Kolonie von *Collosphaera Huxleyi*, nach dem Leben (vergl. p. 181 No. 1).

Fig. 29 *a—d*. ($^{100}/_{1}$) Schema der Entwicklung von *Collosphaera Huxleyi*. Alle Figuren im optischen Querschnitt. — 29 *a*. Jung-reproductive Kolonie mit zahlreichen nackten und einigen kleinschaligen Nestern. — 29 *b*. Theil einer cylindrischen Kolonie, die aus dem jung-reproductiven in den alt-vegetativen Zustand übergeht. Die vorher nackten Nester haben sich mit grosser Schale (S_2) versehen. — 29 *c*. *d*. Theil des Gallertmantels von 2 kugeligen Kolonien: *c*. alt-vegetatives Stadium kurz vor Beginn der Fructification. (Irrthümlicherweise sind die Kerne in einfacher Schicht angegeben; sie bilden eine doppelte Lage.) *d*. Fructificativer Zustand (Schwärmerbildung).



Tafel 7.

Alle Figuren betreffen die Skeletbildungen (Spicula und Gitterschalen) der Sphaerozoëen. Sie sind bei derselben Vergrösserung ($^{320}/_{1}$, Seibert's Object. 4 Oberhäuser's Prisma) dargestellt, mit Ausnahme der Figuren 18, 20, 34, 36, 43, 47, 48 und 49, welche stärker vergrössert sind.

Fig. 1—8. ($^{320}/_{1}$) Nadeln von 8 verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum acuferum*.

Fig. 1. Drei Formen von Nadeln aus einer jungen Kolonie. *Sphaerozoum acuferum* (?) s. Taf. 3 Fig. 1 und p. 246.

Fig. 2. Einfache Nadeln gebogen, Dornen vorhanden oder fehlend; vierschenklige selten, eine sehr grosse in der Kolonie.

Fig. 3. Fast alle Nadeln ohne Dornen; vierschenklige nur ganz vereinzelt; die einfachen z. Th. fast gerade, z. Th. stark gekrümmt.

Fig. 4. Fast nur einfache, meist dicke Spicula; von vierschenkligen nur 5 in der ganzen Kolonie.

Fig. 5. Einfache Nadeln glatt oder mit vereinzelten Dornen; vierschenklige fehlen fast.

Fig. 6. Grösstentheils einfache, meist gerade Nadeln, die dickeren mit vielen Dornen. Ausserdem mehrere vierschenklige und zwei dreischenklige Spikeln vorhanden.

Fig. 7. Fast nur lange, einfache, gewöhnlich dornlose Nadeln, manche gebogen, eine geknickt.

Fig. 8. Ganz vereinzelte, sehr grosse vierschenklige Nadeln mit sehr vielen Dornen in der Kolonie, und ein gegabeltes Spiculum. Die einfachen Nadeln besitzen wenige oder gar keine Dornen. Längenunterschiede sind dabei nicht von Bedeutung.

Fig. 9—16. ($^{320}/_{1}$) Nadeln von 8 verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum neapolitanum*.

Fig. 9. Die einfachen geraden Nadeln sind am häufigsten, demnächst die gewöhnlichen Punctatum-Nadeln (mit 3 gespreizten Schenkeln jederseits); seltener sind die mit 2 Schenkeln. Die grosse Nadel mit langen Dornen habe ich überhaupt nur einmal beobachtet.

Fig. 10. Fast nur einfache Nadeln, meist mit Anschwellung in der Mitte. Spicula mit 2 oder 3 Schenkeln jederseits ganz vereinzelt. 2 Nadeln der Kolonie sind gegabelt, eine geknickt.

Fig. 11. Einfache Nadeln am häufigsten, entweder gerade oder nahe der Mitte etwas eingebogen. Punctatum-Nadeln selten. 3 gegabelte Spicula.

Fig. 12. Meist einfache Nadeln; auch Punctatum-Nadeln ziemlich häufig. Ausserdem 2 Spikeln mit einem sehr langen und einem kurzen Schenkel jederseits des Mittelbalkens.

Fig. 13. Fast nur einfache Nadeln. Die Punctatum-Nadeln zuweilen an einem Ende mit 3, am andern mit 2 Schenkeln.

Fig. 14. Ausser einfachen Nadeln nur ganz vereinzelte Spikeln mit 2 Schenkeln an jedem Ende des Mittelbalkens.

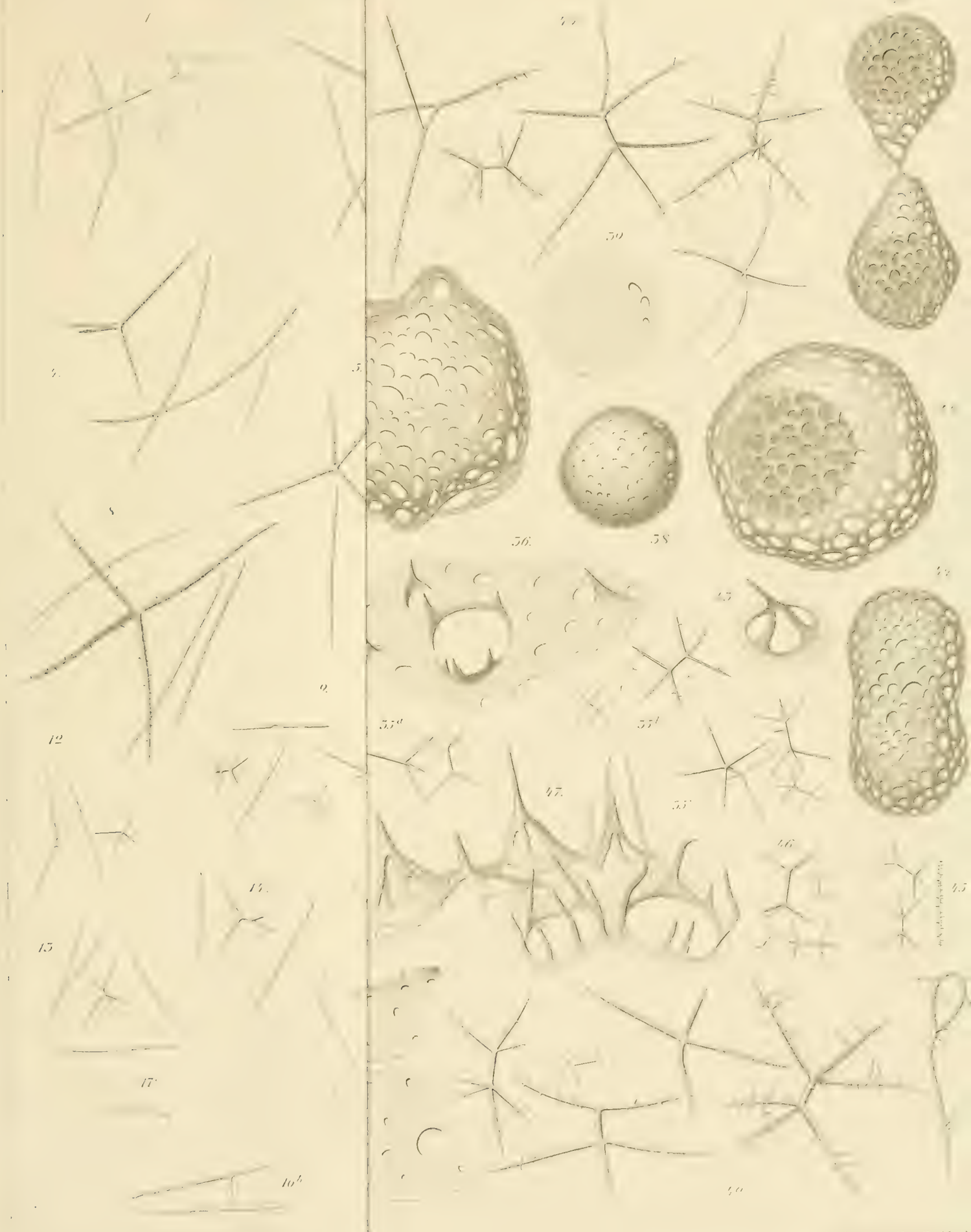
Fig. 15. Meist einfache Nadeln (*a*) mit oder ohne Anschwellung in der Mitte. Punctatum-Nadeln (*b*) häufiger als sonst, ungewöhnlich dick. Seltener sind die mit 2 Schenkeln an einem, 3 am anderen Enden des Mittelbalkens (*d*), und noch seltener die mit 2 Schenkeln jederseits (*c*). Die gekrümmte Nadel (*e*) war die einzige ihrer Art.

Fig. 16 *a—c*. Die Kolonie enthält unter anderen Nadeln auch einige vierschenklige (*c*).

Fig. 17. ($^{1000}/_{1}$) Eine Nadelanlage im Pseudopodiennetz von *Sphaerozoum punctatum* aus der Kolonie, nach der Fig. 8 der Taf. 3 gezeichnet ist. Mittelbalken schon fertig, Schenkel in der Anlage. Nach dem Leben.

Fig. 18. ($^{1060}/_{1}$, Seibert 6 Prisma) 2 fertige Nadeln und 2 Nadelanlagen im Pseudopodiennetz von *Sphaerozoum punctatum* nach Abtödtung mit Chromsäure und starker Färbung mit Hämatoxylin.

Fig. 19. ($^{320}/_{1}$) 4 Nadeln im Pseudopodiennetz von *Sphaerozoum punctatum*, mehr oder weniger von Plasma umhüllt; eine mit noch kurzen Schenkeln.



Dr K Brandt del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a/M.

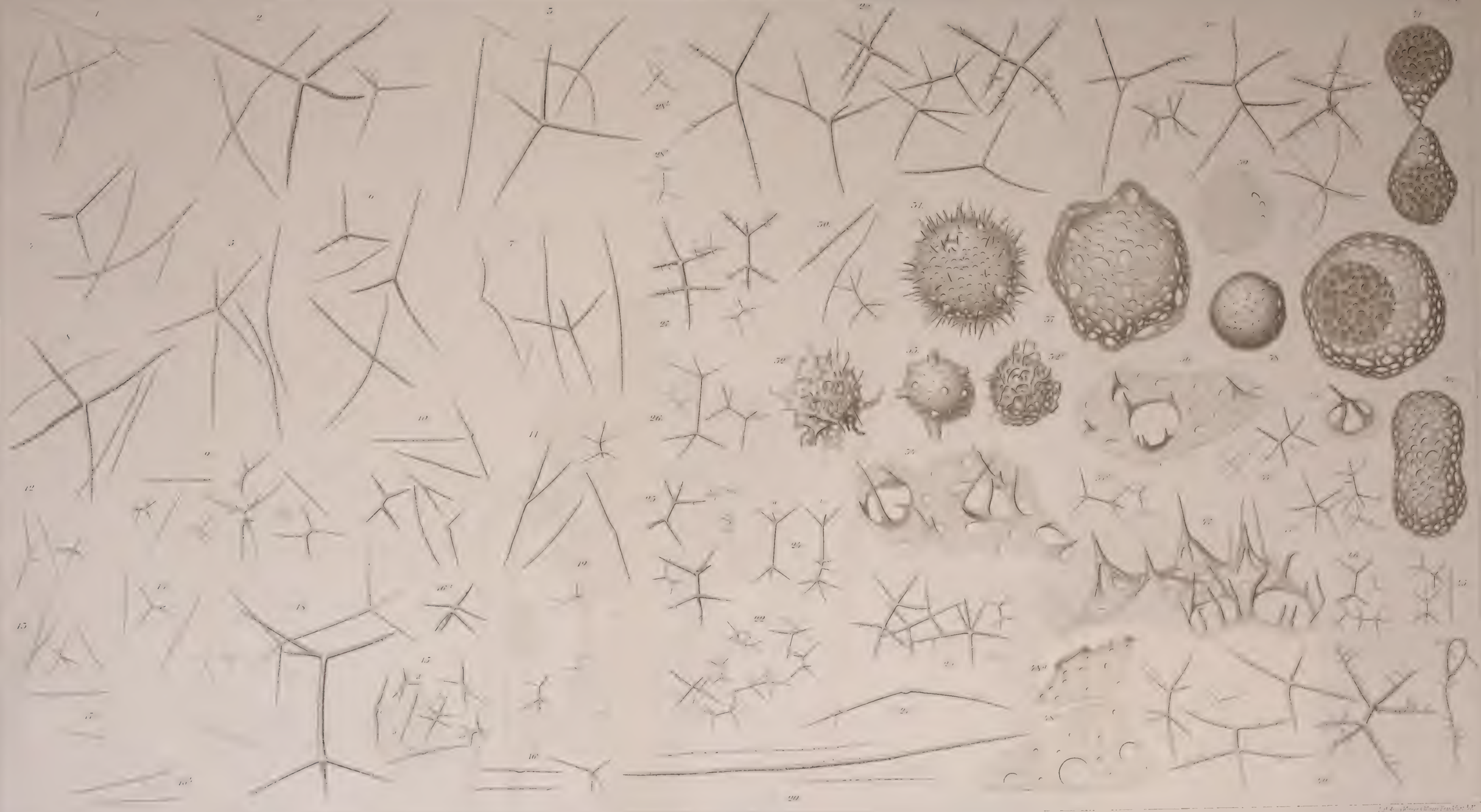


Fig. 20. ($^{1000}/_{1}$) Eine fertige und 2 in der Ausbildung begriffene einfache Nadeln von *Sphaerozoum acuferum* nach Behandlung der Kolonie mit Chromsäure und Hämatoxylin in Glycerin untersucht. Die feinen, in den Pseudopodien gelegenen Nadelanlagen enthalten in ziemlich regelmässigen Abständen Körner, die durch Hämatoxylin gefärbt sind und wahrscheinlich den Mikrosomen der Pflanzenzellen entsprechen.

Fig. 21. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum* spec. Rio de Janeiro. s. p. 248.

Fig. 22—24, (25?), 26, (27?), 28, ausserdem 30, 35, 45, 46. ($^{320}/_{1}$) Nadeln aus 10 verschiedenen Kolonien von *Sphaerozoum punctatum.*

Fig. 22. Nadeln sämmtlich klein, einige mit 2 oder 3 Mittelbalken. Mehrere Nadeln mit auffallend stark gespreizten Schenkeln.

Fig. 23. Nadeln sehr verschieden, eine mit ganz reducirtem Mittelbalken.

Fig. 24. Alle Spicula mit sehr langem Mittelbalken, der bei einer Nadel 3 mit Dörnchen besetzte Dornen oder Schenkel aufweist.

Fig. 25. Nadeln einer Kolonie, die höchst wahrscheinlich zu *Sphaerozoum punctatum* gehört (Rio de Janeiro).

Fig. 26. Spicula mit auffallend verschiedenem Mittelbalken.

Fig. 27. wie 25.

Fig. 28. *a. b.* Eine Nadel (*a*) mit 4 Schenkeln an einem Ende; aus derselben Kolonie wie Fig. 23.

Fig. 29. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum* sp., s. p. 248. Australien.

Fig. 30. ($^{320}/_{1}$) Zwischen gewöhnlichen Punctatum-Nadeln auch einige einfache Spicula in einer Kolonie von *Sphaerozoum punctatum.* Zahl der einfachen Nadeln 5—10fach geringer als die der Nester.

Fig. 31. ($^{320}/_{1}$) Schale von *Acrosphaera spinosa.*

Fig. 32. *a. b.* ($^{320}/_{1}$) Zwei mit allerlei Fortsätzen versehene kleine Schalen von *Collosphaera Huxleyi.* Die übrigen Schalen der Kolonie regelmässig.

Fig. 33. ($^{320}/_{1}$) Schale von *Siphonosphaera tubulosa.* Rio de Janeiro.

Fig. 34. ($^{1060}/_{1}$) Stück einer Schale von *Acrosphaera spinosa.*

Fig. 35 *a—c.* ($^{320}/_{1}$) Sehr verschiedene Nadeln aus einer Kolonie von *Sphaerozoum punctatum.*

Fig. 36. ($^{1060}/_{1}$) Stück einer Schale von *Acrosphaera spinosa.*

Fig. 37. ($^{320}/_{1}$) Bucklige, grosse Schale von *Collosphaera Huxleyi.* Die anderen Schalen der Kolonie fast kuglig, gross oder klein.

Fig. 38, 39. ($^{320}/_{1}$) Schalen einer Kolonie von *Siphonosphaera tenera.* In Fig. 39 nur die Hauptöffnungen gezeichnet: 3 oben, dicht bei einander (am schärfsten contourirt i. d. Fig.), 1 an der Seite, 5 unten (blasser gezeichnet).

Fig. 40. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum* sp. Rio de Janeiro.

Fig. 41. ($^{320}/_{1}$) 2 kleine, zusammenhängende Schalen von *Collosphaera Huxleyi* mit je einem Individuum.

Fig. 42. ($^{320}/_{1}$) Grosse Schale von *Collosphaera Huxleyi.*

Fig. 43. ($^{1060}/_{1}$) Stück einer Schale von *Acrosphaera spinosa.*

Fig. 44. ($^{320}/_{1}$) Bisquitförmige kleine Schale von *Collosph. Huxleyi.* Sie enthielt 2 Individuen.

Fig. 45. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum punctatum.* Die meisten Nadeln dicht mit Dornen bedeckt, manche aber auch mit wenigen Dornen. Ausser zusammengesetzten auch einige einfache Spicula vorhanden.

Fig. 46. ($^{320}/_{1}$) *Sphaerozoum punctatum.* Bei den grossen Nadeln Mittelbalken länger.

Fig. 47. ($^{1060}/_{1}$) Stück einer Schale von *Acrosphaera spinosa.* Die kegelförmigen Aufsätze meist in der Seitenansicht.

Fig. 48. *a. b.* ($^{1060}/_{1}$) Schalenstücke von *Siphonosphaera tenera*, *a.* von der Seite, *b.* von oben gesehen.

Fig. 49. ($^{650}/_{1}$ Seibert's Objectiv 5. Oberhäuser's Prisma). Nadeln einer Kolonie von *Sphaerozoum punctatum.*

Tafel 8.

1—10. Vorkommen der Sphaerozoëen.

Die Curven sollen von dem Auftreten der Sphaerozoëen im Golfe während der Zeit vom 15. IX. bis 20. XII. 1879 und vom Mai 1882 bis März 1885 ein ungefähres Bild geben. Die verschiedenen Beobachtungsjahre sind durch verschiedene Linien (s. Zeichen-Erklärung) markirt worden. (Für 1882 und 1885 konnte dasselbe Zeichen gewählt werden, da die Beobachtungen 1882 vom Mai bis December, 1885 vom Januar bis März stattfanden.)

Je höher die Curve sich erhebt, desto häufiger fand sich die betreffende Species.

Steigt die Curve nur bis zum ersten Horizontalstrich, so gelangten mir nur ganz vereinzelte Exemplare in die Hände; erhebt sie sich bis zum zweiten, so beobachtete ich weniger als 100 Exemplare; geht sie endlich bis zum 3. Horizontalstrich hinauf, so waren Hunderte oder Tausende von Kolonien gefangen worden (s. die Angaben über das Vorkommen p. 105—112, 121—127).

Die Curven geben ein Bild von der relativen Häufigkeit der verschiedenen Arten und dem sporadischen Vorkommen gewisser, dem periodischen Auftreten anderer Species; sie zeigen ferner das fast völlige Fehlen der Sphaerozoëen im Sommer und deuten die Häufigkeitsmaxima an.

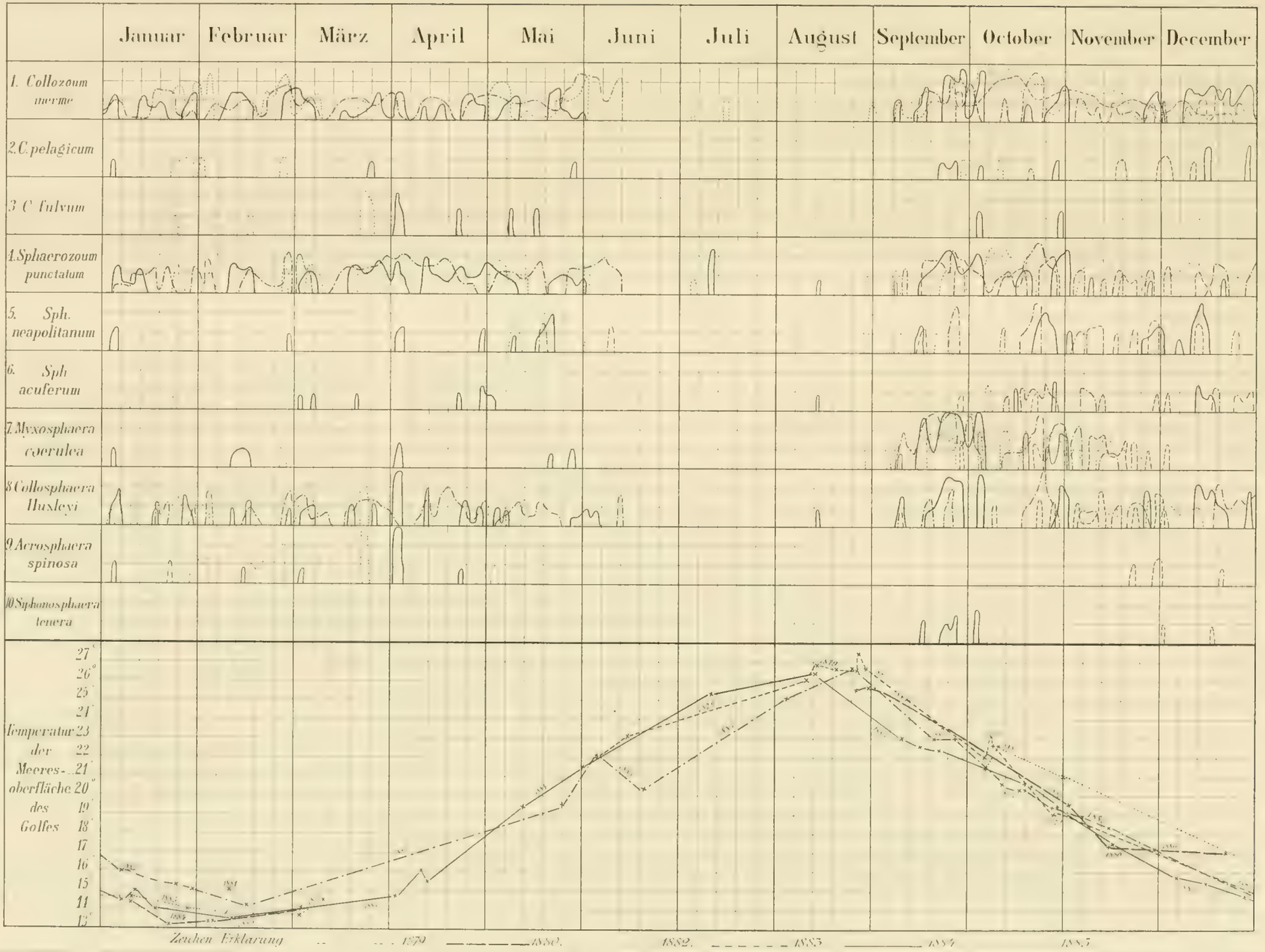
Ungenau ist die erste Hälfte der Vorkommen-Curven von *Collozoum inerme*. Die bei dieser Species gegebenen Curven gelten nur für die Zeit vom Juli bis December ausschliesslich für unzweifelhafte Kolonien von *Collozoum inerme*; die Curven der Monate Januar bis Juli betreffen dagegen skeletlose Sphaerozoëen (ganz besonders junge) im allgemeinen. Die skeletlosen Jugendzustände, welche sich in der ersten Hälfte des Jahres recht häufig im Golfe finden, hatte ich anfangs für junge *Collozoum inerme* gehalten. Nachträgliche Untersuchung des (leider nur in wenigen Fällen) conservirten Materials ergab, dass ein grosser Theil der Kolonien in der That dieser Species zuzurechnen ist, dass aber auch andere Arten (*Collozoum fulvum*, *Myxosphaera coerulea* etc.) vertreten sind, und dass ein dritter Theil vorläufig nicht sicher zu bestimmen ist.

Temperatur der Meeresoberfläche des Golfes.

Nach einzelnen Beobachtungen während der Jahre 1879—1885 (s. oben p. 114 und ff.)

Ein Vergleich der Vorkommen- und der Temperatur-Curven zeigt, dass das Fehlen der Sphaerozoëen während der Sommermonate nicht mit der Erwärmung der Meeresoberfläche des Golfes direct in Verbindung steht.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.


Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
September
October
November
December
1. Collozoum inerme
2. C. pelagicum
3. C. fulvum
4. Sphaerozoum punctatum
5. Sph. neapolitanum
6. Sph. acuferum
7. Myxosphaera coerulea
8. Collosphaera Huxleyi
9. Acrosphaera spinosa
10. Siphonosphaera tenera
Temperatur der Meeres-oberfläche des Golfes
27°
26°
25°
24°
23°
22°
21°
20°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
13°
Zeichen Erklärung
1879
1880.
1882.
1883
1884
1885

Fauna und Flora des Golfes von Neapel.

Herausgegeben von der

Zoologischen Station zu Neapel.

Bereits erschienene Monographieen:

1. **Ctenophorae,** von **C. Chun.** 1880. Mit 18 Tafeln. (Vergriffen.)
2. **Fierasfer** (le specie del genere), da **C. Emery.** Mit 9 zum Theil colorirten Tafeln. Preis 25 *M.*
3. **Pantopoda,** von **A. Dohrn.** 1881. Mit 18 Tafeln. Preis 60 *M.*
4. **Die Corallinenalgen,** von **K. von Solms-Laubach.** 1881. Mit 3 Tafeln. Preis 12 *M.*
5. **Chaetognati,** da **G. B. Grassi.** 1883. Mit 13 Tafeln. Preis 25 *M.*
6. **Caprelliden,** von **P. Mayer.** 1882. Mit 10 Tafeln. Preis 30 *M.*
7. **Cystoseirae,** da **R. Valiante.** 1883. Mit 15 Tafeln. Preis 30 Mark.
8. **Bangiaceen,** von **G. Berthold.** 1882. Mit 1 Tafel. Preis 6 *M.*
9. **Attinie,** da **A. Andres.** Vol. I. 1884. Mit 13 Tafeln in Farbendruck. Preis 80 *M.*
10. **Doliolum,** von **B. Uljanin.** 1884. Mit 12 zum Theil colorirten Tafeln. Preis 40 *M.*
11. **Polycladen (Seeplanarien),** von **A. Lang.** 2 Theile. 1884. Mit 35 Tafeln, zum Theil in Farbendruck. Preis 120 *M.*
12. **Cryptonemiaceen,** von **G. Berthold.** 1884. Mit 8 Tafeln, zum Theil in Farbendruck. Preis 40 *M.*

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel.

Zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde.

Hiervon erschienen:

Band I. mit 18 Tafeln, 1878—79. Preis 29 *M.*
» II. mit 20 Tafeln, 1880—81. » 29 *M.*
» III. mit 26 Tafeln, 1881—82. » 41 *M.*
» IV. mit 40 Tafeln, 1883. » 59 *M.*
» V. mit 32 Tafeln, 1884. » 56 *M.*
» VI., Heft 1, mit 9 Tafeln, 1885. » 14 *M.*
» VI., » 2, mit 11 Tafeln, 1885. » 16 *M.*
» VI., » 3, mit 5 Tafeln, 1885. » 10 *M.*

Zoologischer Jahresbericht.

Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel.

Bis jetzt erschien:

Zoologischer Jahresbericht für 1879. Preis 32 *M.*
» » » **1880.** » 31 *M.*
» » » **1881.** » 31 *M.*
» » » **1882.** » 32 *M.*
» » » **1883.** » 34 *M.*
» » » **1884.** Abtheilung II.: **Arthropoda.** Preis 13 *M.*
» » » **1884.** Abtheilung III.: **Mollusca, Brachiopoda.** Preis 3 *M.*

Berlin NW., Carlstrasse 11. **R. Friedländer & Sohn.**

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

0 537

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00351649 9
nh qQL368.R2B82k
Die koloniebildenden radiolarien (sphaer